Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 8170157
Centre d'intérêt: 64

Meynard, Francis, 1927- .

Enquête sur les utilisations pédagogiques de l'ordinateur au secondaire général dans le secteur francophone : étude de cas / par Francis Meynard . -- Montréal : Service général des moyens d'enseignement, 1977.
vii, 127 p. ; 28 cm.

En tête du titre: Service du développement de la technologie éducative, Secteur expérimentation. Code: 54-6259 / TEX-03-0776.
Bibliographie: p. 119-122.

Cote Dewey: 371.3'9445/M614e Cote LC: LB/1028.5

Descripteur(s): *Enseignement par ordinateur *Utilisation de l'ordinateur *Mathématiques *Informatique *Programmation *Secondaire (Niveau)

Identificateur(s) de nom: *Basic (Langage)

Identificateur(s) de sujet: *Mathématiques assistées par ordinateur (Cours) *Introduction à un langage de programmation (Cours) *MAO (Cours) *ILP (Cours)

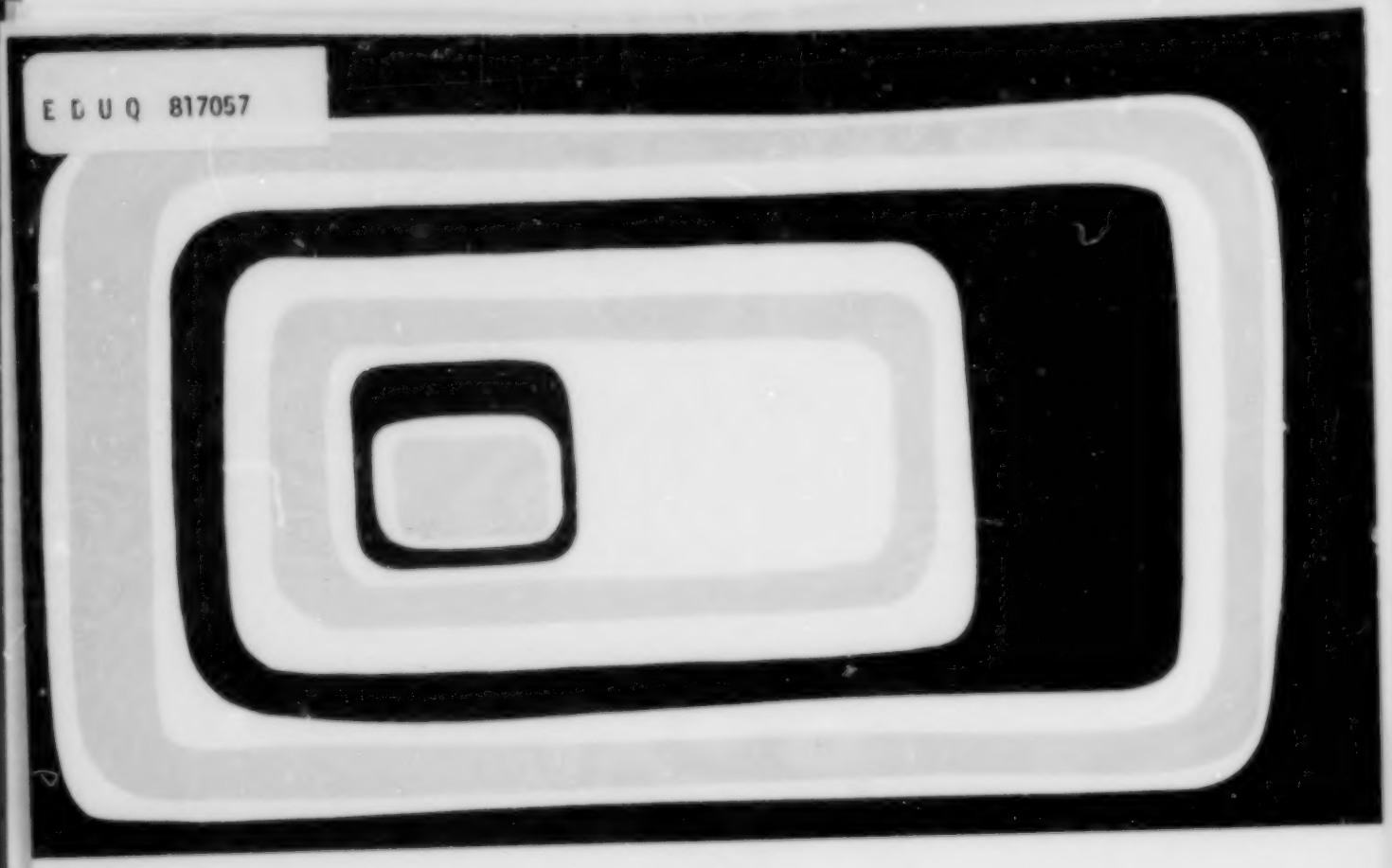
Dans le cadre de l'inventaire des applications pédagogiques de l'ordinateur entrepris par le SGME, ce document présente une étude de cas sur le cours d'Introduction à un langage de programmation (I.L.P.) destiné aux élèves du Secondaire III, IV et V. A partir d'exemples représentatifs, l'objectif est de faire une analyse descriptive et critique du cours I.L.P. et le situer par rapport au cours sur les Mathématiques assistées par ordinateur (MAO) qui se donne au même niveau et dont il origine.

Quatre écoles francophones de la région de Montréal ont été retenues pour cette étude: les polyvalentes Calixa-Lavallée et Charles-Lemoyne de la CECM, les écoles secondaires Pont-Viau de la C.S.R. Chomedey et Horizon-Jeunesse de la C.S.R. des Mille-Iles. L'approche pédagogique du cours I.L.P. diffère dans chacune d'entre elles de même que ses rapports avec le cours MAO. L'auteur a réuni la documentation sur le sujet, visité les écoles, participé concrètement aux deux cours et réalisé des entrevues avec les enseignants et les élèves. L'enquête s'est déroulée en 1975-1976.

L'auteur considère l'expérience du cours I.L.P. comme positive, tout en étant conscient des améliorations à apporter. Il déconseille une généralisation immédiate du cours, l'expérience devant être continuée et supportée afin de préciser les objectifs et leur relation avec l'ensemble des programmes. Les contenus doivent être revus, l'approche et la méthodologie précisées. Les cours I.L.P. devraient être dissociés des cours MAO, afin de dissocier mathématiques et ordinateur. Enfin il y aurait lieu d'améliorer le langage de programmation BASIC et même d'expérimenter d'autres langages (comme le LOGO).

Type de document: r
Région(s) administrative(s): 061, 063
Auteur de l'analyse: rp

E D U Q 817057



Enquête sur les utilisations pédagogiques de l'ordinateur au secondaire général dans le secteur francophone

Étude de cas

par Francis Meynard

code 54-6259 / TEX-03-0776

diffusion publique

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Éducation
Service général des moyens d'enseignement

E D U Q 8170157

Service du développement de la technologie éducative
Secteur expérimentation

Enquête sur les utilisations pédagogiques de l'ordinateur au secondaire général dans le secteur francophone

- Etude de cas -

par

Francis Meynard

Ministère de l'Education du Québec
Service général des moyens d'enseignement
600, rue Fullum
Montréal (Qué.) H2K 4L1

décembre 1976

TABLE DES MATIERES

I. Préliminaires 1

A. Projet préliminaire d'enquête 1

1. Besoin d'une telle enquête. 1

2. Genre d'enquête 2

3. Choix des cas 3

4. Méthodologie. 4

5. Rapport final 4

B. Etendue réelle de l'utilisation de l'informatique au secondaire. 5

C. Choix des cas à étudier 7

D. Déroulement de l'enquête. 8

E. M.A.O. ou I.L.P. 10

F. Brève présentation des mathématiques assistées par ordinateur. 11

1. Effectifs M.A.O. 11

2. Pourquoi des M.A.O. 11

3. En quoi consistent les M.A.O. 13

4. Les objectifs des M.A.O. 13

5. Contenu des M.A.O. 14

6. Stratégies des M.A.O. 14

7. Résultats des M.A.O. 15

II. Analyse descriptive de l'expérience I.L.P. 16

A. Effectifs de I.L.P. 16

B. Objectifs de I.L.P. 17

1. Objectifs du cours. 17

2. Objectifs personnels des professeurs. 20

3. Liste des objectifs 20

C. Contenus du cours I.L.P. 22

D. Moyens disponibles pour le cours I.L.P. 24

1. Locaux. 24

2. Equipements 25

3. Budgets 25

4. Langage de programmation. 27

5. Système de traitement 28

E. Agents du cours I.L.P. 29

1. Personnel enseignant. 29

2. Formation du personnel. 30

3. Support pédagogique 31

4. Travail des professeurs 31

F. Approche pédagogique et méthodologie. 32

1. Approche pédagogique. 33

2. Rôle du maître. 40

3. Méthodologie. 41

a) Jeu de l'ordinateur 43

b) Algorithme. 46

c) Ordinogramme. 47

d) Programmation 49

4. Documentation pédagogique 51

G. Participation des élèves. 53

1. Motivation des étudiants. 53

2. Travail requis. 54

3. Intérêt des élèves. 55

H. Evaluation de l'expérience I.L.P. 59

1. Evaluation des résultats d'apprentissage 59

a) Modes et instruments d'évaluation. 59

b) Résultats d'apprentissage. 61

2. Evaluation des résultats d'enseignement. 66

3. Difficultés rencontrées 67

a) Par les élèves. 67

b) Par les professeurs 68

4. Evaluation globale de l'expérience I.L.P. 69

a) Documents d'évaluation. 69

b) Conclusions sur l'expérience. 69

c) Opinion des participants. 70

III. Analyse critique de l'expérience I.L.P. 71

A. Critères de l'analyse critique. 71

1. Opinion personnelle 71

2. Cadre de référence. 72

a) Point de vue pédagogique. 72

b) Objectifs du projet I.L.P. 72

c) Objectifs du système d'éducation au Québec. 72

3. Relativité des objectifs pédagogiques. 74

4. Importance des stratégies d'enseignement. 76

5. Critères pour l'introduction d'un nouveau moyen éducatif 77

6. Précisions sur l'évaluation de l'expérimentation d'un moyen. 79

B. M.A.O. et I.L.P. 81

1. Avantages de ce mariage 81

2. Utilité des M.A.O. 81

3. Spécificité de I.L.P. 82

C. Justification de I.L.P. 83

1. Besoins formulés par le système scolaire. 84

2. Besoins réels des élèves. 85

D. Dénomination, objectifs, contenus, niveau de I.L.P. 87

E. Problèmes de matériel 88

F. Langage de programmation et système de traitement 89

G. Agents de l'expérience I.L.P. 92

1. Personnel enseignant. 92

2. Formation 92

3. Support pédagogique 93

4. Travail 93

H. Approche pédagogique et méthodologie. 93

1. Approche par projets. 93

2. Relation pédagogique et ordinateur. 95

a) Appareil électronique 97

b) Calculateur 97

c) Simulateur. 98

d) Banque d'information. 98

e) Instrument d'évaluation 98

f) Instrument d'enseignement en exercice répété ou tutoriel. 99

g) Instrument d'enseignement de type non directif 99

h) Instrument d'enseignement de procédures. 99

i) Automate pour l'apprentissage de l'informatique. 100

j) Automate pour des projets personnels. 100

3. Méthodologie. 102

a) Jeu de l'ordinateur 102

b) Algorithme. 103

c) Ordinogramme. 107

d) Programmation 108

4. Documentation pédagogique 108

I. Participation des élèves. 110

1. Travail des élèves. 110

2. Intérêt 110

J. Evaluation. 112

1. Evaluation des résultats. 112

2. Difficultés rencontrées 113

IV. Conclusion. 114

A. Portée de ces conclusions 114

B. Opinion générale. 115

C. Extension de l'expérience 116

Annexe 1:

a) Liste des documents rassemblés 119

b) Document 18: bibliographie. 122

Annexe 2:

Réflexions sur la méthodologie d'une enquête. 125

I

PRELIMINAIRES

Dans cette partie, nous présenterons le projet préliminaire d'enquête, l'étendue de l'utilisation de l'informatique au secondaire, le choix des cas à étudier et ses raisons; le problème des mathématiques assistées par ordinateur en face du cours Introduction à un Langage de Programmation; et nous ferons une brève présentation des mathématiques assistées par ordinateur.

A. Projet préliminaire d'enquête

1. Besoin d'une telle enquête

Le secteur expérimentation du Service "Développement de la technologie éducative" a publié en juin 1974 l'inventaire sur "Les applications pédagogiques de l'ordinateur dans les écoles secondaires du Québec", inventaire réalisé par Guy Chevalier.

Il y donnait des indications chiffrées sur les projets existants, surtout dans la région de Montréal. Mais cette enquête n'approfondissait pas la nature de ces projets, leurs objectifs, moyens, méthodes, résultats, etc. ...

Actuellement, les milieux du Ministère concernés par ces applications sentent le besoin de mieux connaître ces projets afin de les suivre de plus près, d'éviter qu'ils ne se recoupent, ou qu'ils ne concernent que des points secondaires ou sans importance en pédagogie.

Les lecteurs des inventaires publiés par le S.G.M.E. jusqu'à maintenant demandent d'ailleurs des renseignements plus précis sur la nature des utilisations pédagogiques de l'ordinateur.

Enfin, le S.G.M.E. lui-même, pour faire des propositions valables en ce qui concerne les politiques de développement de ces utilisations, se doit de mieux les connaître.

2. Genre d'enquête

Pour les besoins du Ministère et des milieux d'enseignement il serait donc bon de réaliser une analyse de ces projets, surtout du point de vue pédagogique.

Le secteur expérimentation n'a pas les ressources suffisantes pour se lancer dans une analyse systématique de tous les projets d'application pédagogique de l'ordinateur au secondaire.

Ce serait d'ailleurs inutile, car le survol rapide de l'inventaire et quelques vérifications par rencontres et téléphones nous ont montré qu'ils se ressemblent fortement.

On en trouve de deux types, en général dans les mêmes écoles:

- un enseignement des mathématiques assisté par ordinateur (MAO) s'adressant à des classes enrichies du secondaire 2e cycle;

- une introduction à un langage de programmation (ILP) pour secondaire IV et V (421-521) ce cours étant fortement lié à l'enseignement des mathématiques.

A première vue ces projets ont en commun les points suivants:

- ils sont lancés par des professeurs (de mathématiques);

- dans un cadre scolaire réel;

- à l'intérieur de l'enseignement proprement dit;

- avec très peu ou pas de recherches théoriques de base;

- avec très peu de ressources;

- à l'encontre d'une forte résistance du milieu.

On pourrait donc se limiter à une étude de cas représentatifs de l'ensemble.

3. Choix des cas

Les cas seraient choisis dans la région de Montréal, pour éviter de longs délais et des frais de voyage, et aussi parce qu'en fait la plupart des utilisateurs se regroupent dans ce secteur.

On se limiterait pour le moment au secteur francophone, car le secteur anglophone a choisi des solutions techniques et méthodologiques nettement différentes qu'il serait bon d'étudier pour elles-mêmes plus tard.

Les "cas" étudiés seraient liés non pas à des commissions scolaires ou des écoles, mais à des professeurs, car chacun a sa manière de réaliser un programme pourtant commun. Nous proposons qu'on en choisisse quatre:

- deux à la C.E.C.M., représentant 27 enseignants;

- un à la Commission Scolaire Chomedey de Laval, représentant 6 enseignants;

- un à Mille-Iles, enseignant seul, mais sur un projet assez différent des autres.

Nous pourrions aussi mener une étude comparative de ces projets. Précisons de nouveau qu'il s'agirait d'une enquête portant exclusivement sur leurs aspects pédagogiques.

4. Méthodologie

La méthodologie employée pour ces études de cas ressemblerait, avec adaptation, à celle qui a été employée pour "l'Enquête sur Logo" (TEX-02-0775):

- étude de la documentation;
- observation participative;
- interviews d'étudiants, de professeurs et d'administrateurs;
- étude des résultats déjà objectivés.

5. Rapport final

Le rapport final de l'enquête sur ces quatre cas comprendrait:

- une description des quatre projets;
- une analyse comparative de certains points plus précis d'ordre pédagogique comme:
  - . apprentissages plus particulièrement développés;
  - . méthodes et stratégies;
  - . intérêt des élèves;
  - . résultats des élèves selon certaines catégories;
  - . etc.
- enfin une opinion sur la valeur pédagogique de ces projets.

Cette enquête serait menée en fin 1975 et début 1976.

B. Etendue réelle de l'utilisation de l'informatique au secondaire

Pour commencer, nous avons dû vérifier l'étendue réelle de ces projets dans le Québec. Cela nous a permis de vérifier la représentativité des cas choisis pour l'étude.

En Ontario, déjà en 1970-71, 373 des 569 écoles secondaires de l'Ontario, soit 65% offraient au moins un cours comportant l'usage d'ordinateurs. Il existe un programme officiel en informatique du ministère de l'Education de la Province d'Ontario.

Au Québec, depuis 1970-71, il existe des cours expérimentaux d'utilisation de l'ordinateur au secondaire général dans le secteur francophone. Au début, ils étaient vus comme des cours de mathématiques assistées par ordinateur (M.A.O.) et dépendaient du responsable de la DGEES en mathématiques. Depuis 1973 un cours expérimental d'Introduction à l'Informatique (I.L.P.) est autorisé chaque année à la demande des commissions scolaires qui veulent le donner.

En 1975-76, l'une ou l'autre de ces utilisations se réalise dans les commissions scolaires suivantes:

- à la C.S.R. Jean-Talon - environ 30 étudiants
  - . polyvalente Charlesbourg, 1 professeur pour des activités parascolaires en M.A.O.
- à la C.S.R. de l'Estrie - environ 50 étudiants
  - . polyvalente Le Ber, 5 professeurs en M.A.O.
- à la C.S.R. Chomedey-de-Laval - 186 étudiants
  - . 4 écoles - 6 professeurs en I.L.P. Dans une de ces écoles 2 professeurs utilisent le langage Logo
- à la C.S.R. des Mille-Iles - 112 étudiants
  - . 1 école: polyvalente Horizon-Jeunesse, 2 professeurs en M.A.O. dont 1 aussi en I.L.P.
- à la C.S.R. Duvernay - environ 60 étudiants
  - . 1 école: école Leblanc, 2 professeurs en M.A.O. et I.L.P.

- à la C.E.C.M.
  - 10 écoles avec environ 1100 à 1200 étudiants
    - 5 polyvalentes francophones:
      - Calixa-Lavallée: 4 professeurs en M.A.O. dont 1 en I.L.P.
      - Edouard-Montpetit: 3 professeurs en M.A.O. dont 1 en I.L.P.
      - Emile-Nelligan: 1 professeur en M.A.O.
      - Père Marquette: 6 professeurs en M.A.O.
      - Charles Lemoyne: 2 professeurs en M.A.O. dont 1 en I.L.P.
    - 5 écoles anglophones - 11 professeurs en "Computer Sciences"
      - John F. Kennedy
      - Marymount
      - Msgr Harold Doran
      - Pius Ninth
      - William Hingston
- au P.S.B.G.M.
  - 17 écoles sur 20 - environ 1125 étudiants
- au Lakeshore Regional
  - 5 écoles - 210 étudiants
- au North Island Regional
  - 1 école - 37 étudiants

Dans ces trois dernières commissions scolaires le cours est nettement différent et nous nous proposons de faire une autre enquête à ce sujet.

En total environ 3000 élèves du secondaire général utilisent l'ordinateur.

C. Choix des cas à étudier

Pour choisir des cas représentatifs de l'ensemble nous avons consulté un certain nombre de professeurs, les conseillers pédagogiques ou coordonnateurs, et dans certains cas les Directeurs des Etudes.

Nous avons d'abord éliminé l'expérience utilisant le langage Logo, car elle ne concerne qu'une école. Ayant débuté en septembre 1975, elle n'a pas encore de résultats significatifs; et nous avons déjà étudié le projet Logo lors d'une précédente enquête (voir "l'Enquête sur Logo" TEX-02-0775).

Tous les autres professeurs utilisent le langage BASIC.

Nous éliminons aussi la C.S.R. Jean-Talon où l'ordinateur sert à des activités parascolaires, et la C.S.R. de l'Estrie où il ne sert qu'à un laboratoire facultatif en mathématiques et où l'implantation est récente, sans support pédagogique suffisant.

Le secteur anglophone de la C.E.C.M. expérimente un cours "Computer Sciences" assez proche de celui qui est donné au P.S.B.G.M., donc avec plus d'insistance sur la préparation directe au "programming" et à l'Informatique en général et avec une documentation (américaine) plus fournie à ce sujet. Il serait intéressant d'étudier cette utilisation en même temps que celle qui est faite dans les commissions scolaires protestantes.

Restent donc en lice les écoles francophones de la région de Montréal. Là, le fil directeur est historique. C'est de la Polyvalente Calixa-Lavallée qu'est partie l'impulsion et l'extension grâce à la conviction et au travail acharné de Raymond Lalonde. C'est lui l'initiateur de la méthodologie la plus employée et le formateur des autres utilisateurs par de courts stages annuels et un réel support pédagogique. Les utilisations dans la région montréalaise en milieu francophone sont des filiales de la sienne, avec des variantes.

Nous choisissons donc d'observer son expérience et celles qui, en dépendant, ont cependant des caractéristiques intéressantes. Pour mieux assurer la représentativité, nous prendrons deux cas d'observation dans la

C.E.C.M., car elle a le plus de professeurs dans le domaine étudié. Voici notre choix:

Cas no 1:

Raymond Lalonde, à la Polyvalente Calixa-Lavallée de la C.E.C.M. C'est là qu'on a le plus grand nombre d'élèves dans ces cours: 388 en 1975-76 et c'est de là qu'origine le développement de l'expérience à la C.E.C.M. et dans la région.

Cas no 2:

Marcel Labelle, à la Polyvalente Charles-Lemoyne de la C.E.C.M. Ce professeur semble apporter des éléments nouveaux à l'approche pédagogique et à la méthodologie en insistant plus sur les projets (et pas seulement sur le problem-solving) et sur la modélisation. La clientèle est différente: elle appartient à un milieu défavorisé (Pointe St-Charles).

Cas no 3:

Michel Bégin, à l'Ecole secondaire Pont-Viau de la C.S.R. Chomedey de Laval. Ce professeur n'enseigne que I.L.P., sans partir, comme les autres, des bases reçues par les élèves en M.A.O. Il travaille seul et met en oeuvre une méthodologie spéciale: un enseignement individualisé par modules.

Cas no 4:

Bernard Cauden, à l'Ecole Horizon-Jeunesse de la C.S.R. des Mille-Iles. Ce professeur a des objectifs un peu différents et une approche pédagogique personnelle dans laquelle il essaie d'intégrer certains avantages du projet Logo à son cours I.L.P. utilisant le langage BASIC.

D. Déroulement de l'enquête (en 1975-76)

1- J'ai d'abord rassemblé toute la documentation disponible sur ces expériences, soit 17 documents, et les ai étudiées. J'en donne la liste à l'annexe no 1 de ce rapport.

2- Des visites à tous les centres m'ont permis en même temps d'habituer professeurs et élèves à ma tête, de leur présenter mon travail, et de leur demander d'y participer par une auto-évaluation qu'ils auraient à discuter avec moi. Il m'a été facile de leur montrer comment cette enquête pouvait leur être utile. J'ai pu ensuite compter sur leur collaboration totale.

3- Puis j'ai fait dans chaque centre une ou des visites assez longues d'observation participative, en classe ou dans le local des terminaux.

4- Je me suis fait élève. J'ai pris environ un mois de travail au terminal du S.G.M.E. pour refaire seul à peu près tous les travaux et exercices des élèves de chaque centre, en suivant les documents fournis par les professeurs. Cela m'a permis d'apprendre suffisamment du langage BASIC pour en voir les possibilités et pour pouvoir comprendre les programmations faites par les élèves. J'ai essayé de suivre les méthodologies proposées. Pour mieux comprendre ces méthodologies, j'ai parfois joué le rôle de professeur.

5- J'ai alors été apte à élaborer une liste des questions demandant plus d'observation ou des interviews de professeurs et d'élèves. En fait, on retrouvera cette liste dans le titre des différents points étudiés dans ce rapport.

6- J'ai repris mes visites et réalisé les interviews de professeurs et d'élèves. Ils m'ont alors communiqué leur propre appréciation de l'expérience qu'ils vivaient.

7- J'ai mis par écrit mes premiers éléments de réflexion.

8- J'ai communiqué aux professeurs et à des élèves les éléments de réflexion ainsi que les questions restées sans réponse ou difficiles à analyser, et j'ai recueilli leurs commentaires.

9- J'ai pu alors rédiger ce rapport.

En cours de rédaction, j'ai éprouvé le besoin de réfléchir sur la méthodologie employée pour cette enquête

et pour d'autres déjà réalisées et de modéliser cette approche. Je présente ce modèle en annexe no 2 sous le nom de prosynalyse.

E. M.A.O. ou I.L.P.?

Je me suis vite trouvé devant un grave problème. Dans la plupart des cas les cours de Mathématiques Assistées par Ordinateur (M.A.O.) et Introduction à un Langage de Programmation (I.L.P.) sont complètement mélangés, sinon confondus. Ce sont des professeurs de mathématiques qui les enseignent en même temps, et souvent aux mêmes élèves: la plupart des élèves I.L.P. ont d'abord fait des M.A.O. et proviennent des classes régulières ou enrichies en maths. Dans les documents pédagogiques, les deux cours sont souvent fondus ensemble. Leurs objectifs se recoupent ou ne sont pas distingués. La plupart des exercices en I.L.P. sont d'ordre mathématique. Les conseillers pédagogiques en mathématiques en sont les responsables au niveau des commissions scolaires. Les budgets proviennent du secteur des mathématiques. A la DGEES, le responsable des programmes de ces cours a été longtemps celui des mathématiques. Ce n'est que depuis août 1975 qu'un responsable d'I.L.P. a été désigné.

Historiquement, cela s'explique facilement. En 1970, le coordonnateur des mathématiques au secteur anglophone de la C.E.C.M., monsieur Edward Zeagray a introduit dans deux écoles anglophones l'utilisation de l'ordinateur en mathématiques en implantant le système CAMP du Minnesota. L'année suivante cette expérience a été élargie à cinq écoles anglophones et monsieur Laurent Portugais coordonnateur en mathématiques pour le secteur francophone l'a implantée dans cinq écoles francophones. En 1972 il a lui-même publié en collaboration avec monsieur Marc Vézina, du Centre Informatique de la C.E.C.M., une traduction du 3e volume de CAMP (voir document 1 en annexe 1) et ce document a servi de premier manuel pour le cours M.A.O.

Mais les utilisateurs ont vite vu que la formation reçue par les élèves débordait le cadre strictement mathématique pour atteindre le champ de la formation générale de l'élève. Petit à petit s'est élaboré un cours distinct qu'on a baptisé Introduction à un Langage de Programmation (I.L.P.), bien que, nous le verrons, l'apprentissage du

Langage de programmation n'y soit qu'un moyen pour atteindre des objectifs plus larges.

Mais ce nouveau cours charrie encore avec lui des relents de son origine, dans ses objectifs, son contenu, ses méthodes, sa clientèle, ses agents et dans le langage employé (comme nous le verrons). Le temps semble venu de séparer ces deux cours. Justement la DGEES veut vraiment donner des objectifs spécifiques au cours actuellement dénommé I.L.P. Elle songe actuellement à confier à un comité la confection d'un programme expérimental.

Devais-je donc étudier dans notre enquête tout le vaste monde M.A.O. - I.L.P.? En vue de favoriser la dissociation en cours entre des deux enseignements, j'ai plutôt pris le parti de m'attarder plus spécialement, dans cette enquête, sur I.L.P., après avoir fait une brève présentation de M.A.O.

F. Brève présentation de "mathématiques assistées par ordinateur" ou M.A.O.

1. Effectifs des M.A.O.

Le tableau 1 à la page 12 présente la clientèle de M.A.O. dans les quatre centres visités, ainsi que le nombre de professeurs y travaillant et le nombre de terminaux utilisés. Notons que ces mêmes terminaux servent à I.L.P. et que les professeurs en I.L.P. enseignent aussi en M.A.O., sauf un.

2. Pourquoi des M.A.O.?

"Pour faire du rattrapage de mathématiques au secondaire" disent les professeurs. "Le niveau des élèves en mathématiques au secondaire est trop faible". On cite le rapport préliminaire de COLEMAN du C.N.R.C. en août 1975 sur l'enseignement des mathématiques.

Tableau 1

Effectifs des mathématiques assistées par ordinateur
dans les quatre centres observés

	Niveau	Nombre de groupes	Nombre d'élèves	Age	Qualité du groupe	Nombre de prof.	Nombre de terminaux
Centre 1	sec. III sec. IV	6 7	355	14 15	enrichis	4	2
Centre 2	sec. IV	2	40	15	enrichis	2	1
Centre 3	néant	néant	néant	néant	néant	néant	2
Centre 4	sec. IV	2	62	15	réguliers (40% professionnel)	2	2

Laissons parler les professeurs:

"A la C.E.C.M. en 1974-75 les tests régionaux en maths 422 ont donné 80% d'échecs... les élèves manquent de bases... ils ne travaillent pas assez... ils sont bons à l'élémentaire, mais ça se gâte au 1er cycle du secondaire... il y a un décalage trop grand en maths entre le 1er et le 2e cycle... ils n'ont plus que 5 heures-semaine, alors qu'ils en avaient 7 il y a quelques années... on n'a pas encore trouvé comment enseigner les mathématiques modernes... ils n'ont pas encore assimilé la théorie des ensembles... ils manquent d'entraînement aux techniques de calcul... on dénote une absence pratique de raisonnement en face des problèmes... ils n'ont plus de géométrie... ils ne comprennent rien à l'algèbre: c'est trop abstrait. L'élève est incapable de voir les applications concrètes de l'algèbre..."

3. En quoi consistent les M.A.O.?

C'est donc à titre de travaux facultatifs ou d'activité de laboratoire en mathématiques qu'on va introduire les M.A.O. à l'intérieur du cours normal. C'est une activité optionnelle en mathématiques aux niveaux secondaire III et IV.

4. Les objectifs des M.A.O.

Les objectifs des M.A.O. sont: (d'après le document 3, p. 19)

- motiver l'étudiant par un travail interactif sur le terminal et augmenter son intérêt pour les mathématiques;

- l'aider à comprendre les mathématiques en développant son raisonnement:

  . développement de l'esprit analytique: il doit analyser le problème et fournir une solution complète et logique. Le fait d'a-

voir à l'enseigner à l'ordinateur l'oblige à aller au fond du problème;

. développement de la capacité de généralisation: à partir d'un problème particulier, l'élève apprend à faire un algorithme général capable de résoudre une série de problèmes semblables;

- augmenter son autonomie intellectuelle: s'équipant pour résoudre des problèmes nouveaux, l'étudiant apprend à s'adapter à des situations nouvelles.

On voit que ces objectifs débordent l'enseignement des mathématiques pour atteindre la formation à des aptitudes intellectuelles. Il n'y avait qu'un pas à franchir pour en arriver à un cours portant plus spécialement sur cette formation générale: ce sera I.L.P.

5. Contenu des M.A.O.

Le programme comme tel est tiré du CAMP américain. Laurent Portugais traduit ce sigle par: "Calculateur Appliqué aux Mathématiques par Programmation" (voir document 1). Le programme de recherche CAMP a été développé par une équipe de professeurs de mathématiques du collège secondaire de l'Université du Minnesota à Mineapolis.

On est donc parti de la traduction réalisée par Laurent Portugais, mais on a amélioré ce programme par des applications plus diversifiées et adaptées aux cours de maths donnés ici au secondaire (voir document 3).

6. Stratégies des M.A.O.

- pour développer le raisonnement de l'élève, on emploie l'ordinogramme algorithmique;

- pour l'initier à transposer l'ordinogramme en langage d'ordinateur, on utilise un schéma de l'ordinateur;

- on lui enseigne petit à petit les éléments du langage BASIC nécessaires à la programmation;

- on utilise l'ordinateur en mode conversationnel, l'élève devant lui-même programmer;

- on fait avancer l'élève par petites étapes bien définies, conformes à sa possibilité de progression:

  . exercices progressifs;

  . puis petits problèmes personnels.

Le temps à l'ordinateur pour ces élèves est en général de 25 minutes par semaine, soit seuls, soit par groupes de 2 avec l'aide de "leaders" plus avancés. Les élèves mettent tout sur ruban pour ne pas encombrer la mémoire de l'ordinateur et pour sauver leur travail des pannes. Cette obligation diminue encore le temps réel de travail au terminal.

Ces stratégies étant en grande partie communes avec celles de I.L.P., nous en reparlerons plus en détail dans le chapitre "méthodologie" p. 41.

7. Résultats des M.A.O.

Elèves, professeurs, conseillers pédagogiques sont d'accord pour affirmer les résultats positifs de l'introduction des M.A.O. Les notes des bulletins en mathématiques des élèves en M.A.O. sont là pour confirmer ces avantages, la moyenne se situant au-dessus de 75%.

On a même vu des élèves passer du groupe régulier (allégé dans un cas) au groupe enrichi après leur passage en M.A.O. Cependant ces résultats concernent surtout les "enrichis" qui choisissent cette option.

Les résistances et difficultés sont les mêmes que pour I.L.P. et nous en parlerons à cette occasion.

II

ANALYSE DESCRIPTIVE DE L'EXPERIENCE D'INTRODUCTION A UN LANGAGE D'INFORMATIQUE (I.L.P.)

Introduction

Nous voici maintenant libres de porter notre attention sur le cours expérimental I.L.P.

Précisons tout de suite que ce cours est une option en secondaire IV ou V. Il couvre un an à raison de 5 h par semaine. On ne le suit qu'une fois, soit en sec. IV, soit en sec. V. Il confère une unité d'études à l'un ou l'autre niveau.

Il est accepté par la DGEES chaque année depuis 1973, sur présentation d'une proposition de programme par la commission scolaire. Il n'est pas officiel et n'apparaît pas à l'annuaire officiel 01 du secondaire général. Aucune ressource supplémentaire n'est conférée aux commissions scolaires pour qu'il soit donné. C'est monsieur André Lavigne qui est actuellement responsable de ce programme à la DGEES.

Jusqu'à 1975 il portait le sigle de 416-421 ou 416-521 pour le secteur catholique et de 916-421 ou 916-521 pour le secteur protestant.

Depuis 1975 on le désigne par les chiffres 464-421 et 464-521 pour les catholiques et 964-421 et 964-521 pour les protestants. Le titre provisoire en est "Informatique".

Nous verrons successivement ses effectifs dans les quatre cas étudiés; les objectifs de ce cours et des professeurs qui le donnent; son contenu; ses moyens; ses agents; les approches et la méthodologie; la participation des élèves; les résultats et les difficultés rencontrées.

A. Effectifs de I.L.P. dans les quatre centres concernés

Pour plus de clarté, nous les présentons dans le tableau 2 de la page 18. Il donne le lieu, le niveau, le

nombre de groupes, le nombre d'élèves, leur âge, leur cotation en mathématiques, leur milieu puis le nombre de professeurs en I.L.P. et le nombre de terminaux utilisés.

B. Objectifs de I.L.P.

Pour plus d'objectivité, nous distinguons les objectifs du cours lui-même, tels que contenus dans les documents écrits, et les objectifs de ceux qui donnent ce cours, les professeurs. Enfin nous présentons une liste de ces objectifs en les classant.

1. Objectifs du cours

Nous exposons ici les objectifs qui ressortent des documents écrits décrivant le cours.

- L'exposé le plus clair se trouve dans le document 5 d'octobre 1975 qui reprend intégralement à ce sujet le document 2 de 1974. (Voir annexe 1)

  - "objectif général

    au moyen de l'ordinateur:

    . placer l'élève dans une situation d'apprentissage basée sur la recherche et l'expérimentation;

    . lui permettre de développer son esprit d'analyse et de synthèse;

    . et l'amener à développer une capacité de raisonnement et de généralisation;

  - objectifs spécifiques

    . démystifier l'ordinateur;

    . développer la créativité;

    . stimuler l'initiative;

Tableau 2

Effectifs du cours "Introduction à un Langage de Programmation"
dans les quatre centres observés

	Niveau	Nombre de groupes	Nombre d'élèves	Age	Origine en maths	Milieu	Nombre de profs.	Nombre de terminaux
Centre 1	sec. IV et V	1	33	15-16 ans	enrichi	moyen	1	2
Centre 2	sec. V	2	40	16 ans	1 gr régulier 1 gr enrichi	défavorisé	1	1
Centre 3	sec. V	2	70	16 ans	surtout enrichi	moyen et privilégié	1	2
Centre 4	sec. IV sec. V	2 mélangés	50	15-16 ans	régulier et enrichi allégé, régulier et enrichi	privilégié	1	2

- créer l'esprit de recherche;
- vivre un projet;
- intégrer différentes matières;

- objectifs terminaux

  - programmer des notions diverses: (maths, sciences, jeux, autres ...);
  - utiliser les éléments d'un langage simple de programmation;
  - réaliser un projet."

- Le document 13 d'avril 1975 s'étend plus longuement sur les objectifs concernant le développement d'aptitudes intellectuelles, mais il a aussi une coloration plus mathématique, car il s'agissait de convaincre les autorités de la C.E.C.M. d'attribuer des budgets à l'intérieur du secteur mathématiques.

  Aux objectifs déjà énoncés il rajoute les suivants:

  - augmenter l'habileté de l'étudiant à résoudre des problèmes;
  - augmenter leur intérêt et leur rendement en mathématiques et dans les autres matières telles que la physique, la chimie, la biologie et les matières commerciales.

- Dans le document 12, Bernard Cauden (cas 4) en présente deux autres:

  - préparer l'élève au travail en équipe (cegep, université, marché du travail, société);
  - amener l'élève à contrôler son autonomie.

2. Objectifs personnels des professeurs en donnant ce cours:

Les voici tels qu'ils ressortent des interviews:

Professeur 1:

Les mêmes que ceux du cours.

Professeur 2:

Apprendre à enseigner en travaillant avec les étudiants à l'ordinateur. Il réalise les difficultés des élèves dans le cours et peut ainsi les aider mieux. En suivant mieux leur cheminement et leur évolution il peut mieux diagnostiquer certaines difficultés d'apprentissage. Ainsi il a pu constater par cette approche qu'ils n'étaient pas autonomes. Il s'efforce donc de développer leur autonomie face aux problèmes, en les aidant à acquérir un esprit d'analyse.

Professeur 3:

Les mêmes que ceux du cours.

Professeur 4:

- obtenir un contact plus étroit avec ses étudiants;
- découvrir par là ce dont ils sont capables;
- viser à obtenir de la part des étudiants plus d'autonomie, donc plus d'auto-discipline et d'auto-évaluation;
- obtenir le transfert des habiletés obtenues à toute la vie de l'étudiant.

3. Liste des objectifs

Si l'on avait à tirer de ces exposés une liste des objectifs visés et à les classer un peu, on obtiendrait ce qui suit:

- objectifs d'apprentissage (learning)

  . dans le domaine affectif:

    1. augmenter l'intérêt des élèves
    2. démystifier l'ordinateur
    3. stimuler l'initiative et l'autonomie

  . dans le domaine affectivo-moteur:

    4. développer la créativité

  . dans le domaine affectivo-social:

    5. améliorer la vie d'équipe

  . dans le domaine intellectuel:

    - en général

      6. développer la capacité de raisonnement logique
      7. les initier au cheminement logique
      8. obtenir un approfondissement des notions
      9. augmenter leur habileté à résoudre des problèmes
      10. leur donner une méthode de travail intellectuel

    - plus en étail

      11. développer l'aptitude à l'analyse
      12. développer l'aptitude à la synthèse
      13. développer l'aptitude à la généralisation

    - du point de vue des matières académiques

      14. augmenter leur rendement en maths

15. développer leur rendement dans les matières connexes (pluridisciplinarité)

16. leur faire apprendre l'informatique: le langage et la programmation

. dans le domaine de la formation de toute la personnalité:

17. obtenir le transfert des habiletés obtenues à toute la vie de l'étudiant

- objectifs d'enseignement (teaching)

18. individualiser l'enseignement

19. concrétiser l'enseignement

20. créer une situation de recherche et d'expérimentation

21. obtenir un contact plus étroit avec les étudiants

22. apprendre à mieux enseigner

C. Contenu du cours I.L.P.

D'après les documents 2, 3, 5, 6, 9 et 12 (voir annexe 1), on peut présenter le contenu comme suit:

1) généralités sur les ordinateurs:
   - historique des ordinateurs
   - utilisation de l'ordinateur
   - définition de l'ordinateur
   - composantes
   - schéma et fonctionnement

2) algorithmes

3) ordinogrammes

4) fonctionnement du terminal et commandes du système

5) langage de programmation

6) problèmes et projets

7) système binaire (pour certains seulement)

Le document 5 présente ce contenu sous forme "d'objectifs intermédiaires" d'apprentissage recouvrant les no 2 à 6 ci-dessus.

1) disséquer un problème

2) construire un ordinogramme relatif à ce problème

3) traduire cet ordinogramme en un langage de programmation

4) "débugger" un programme

5) identifier les commandes du langage de programmation utilisé:

- exemple: (BASIC) PRINT - LET - INPUT - INT - ABS - GOTO - READ - DATA - RESTORE - IF... THEN - RUN - TEST - TRACE - GO - FOR... NEXT - DIM - RENUM - GOSUB - GOTO... ON - MERGE - PUT - GET - CLOSE - RESET - MAT

6) appliquer ces commandes dans des programmes

7) rédiger son programme avec le minimum d'instructions

8) choisir un projet librement ou suggéré par le professeur

9) faire approuver le projet par le professeur

10) programmer le projet

11) évaluer le projet

En général on n'enseigne dans un premier temps que les bases du langage nécessaires pour commencer les projets. L'approfondissement se fait en cours de route, en fonction des besoins.

D. Moyens disponibles pour le cours I.L.P.

Dans ce chapitre nous parlerons des locaux, du matériel, des budgets, du langage employé, et du système de traitement.

1. Locaux

Faisons une rapide description de ces locaux. On verra qu'en général ce n'est pas brillant.

Cas no 1:

Local attenant à la classe de mathématiques avec entrée spéciale par l'extérieur, insonorisé, séparé de la classe par une vitre. Le professeur peut, de sa classe, surveiller le local.

Cas no 2:

Un petit local au fond de sa classe: une partie pour le professeur, une partie pour les terminaux. On doit traverser la classe pour y aller. Il n'y a pas de vitre entre la classe et le local, et pas d'insonorisation. De la classe, on entend fonctionner le terminal.

Cas no 3:

Petit local en arrière de sa classe. Entrée spéciale. Pas d'isolation.

Cas no 4:

Petit local minuscule, donnant sur le couloir, sans correspondance avec sa classe. Les deux terminaux sont tassés l'un sur l'autre. On ne peut pas faire grossir le matériel ni la clientèle.

2. Equipements

Cas no 1: Calixa-Lavallée

Deux télétypes loués, avec ruban perforé.

Cas no 2: Charles Lemoyne

Deux télétypes loués, mais un seul fonctionne actuellement: modèle 35 avec ruban.

Cas no 3: Pont-Viau

Deux télétypes loués: 1 avec ruban perforé et l'autre sans ruban. (Un seul jusqu'en janvier)

Cas no 4: Horizon-Jeunesse

Deux télétypes loués: modèle 33 ASR avec ruban. Un VUCOM branché sur deux moniteurs de télévision, loué à Bell pendant 1 mois ½ en octobre - novembre.

3. Budgets

Nous étudierons cette question d'assez près, car il importe pour le développement futur de cette expérience d'en connaître les coûts réels.

Rappelons que ce cours est seulement autorisé par la DGEES, mais ne figure pas dans l'annuaire officiel. Il n'ouvre donc pas de dépenses "admissibles" pour les commissions scolaires.

Nous sommes obligés de déborder le cadre des centres observés pour examiner le coût global pour la commission scolaire, car il n'existe pas de ventilation précise pour chaque utilisateur. Les chiffres sont annuels:

- C.E.C.M.

  12 terminaux - $25 000
  traitement par SIMEQ estimé à $25 000
  Cet argent est pris dans des réserves non admissibles et différents budgets.

- Chomedey de Laval

  5 terminaux (traitement par SIMEQ), location des terminaux - $7 530
  papier et rubans - $500
  Ces sommes sont prélevées sur des budgets internes de la commission scolaire (matériel didactique, etc. ...)
  Les locations de lignes téléphoniques et autres frais à Bell Téléphone sont pris sur d'autres budgets.

- Mille-Iles

  2 terminaux (traitement par SIMEQ) - $3 200
  60% sont pris dans le budget de l'école, 40% viennent d'un subside spécial de la commission scolaire pour encouragement à des projets.

Ces données sont un peu disparates et approximatives, mais la discrétion nous a interdit d'aller plus loin dans nos évaluations.

Les coûts réels pour un terminal sont en déc. '75:

- location du terminal
  . de $85 par mois (sans ruban) à $170 par mois selon les modèles

- location du modem
  (s'il n'est pas intégré au terminal)
  . $15 par mois

- ligne téléphonique
  . de $15 à $19 par mois

- installation
  . $40

- papier, ruban
  . $10 par mois

Le coût moyen réel en tenant compte de tous les éléments, lorsqu'on loue les terminaux, est de $2 000 par terminal et par an et au moins la même somme pour les services de traitement actuellement fournis gratuitement par le SIMEQ.

Le coût moyen par étudiant:

- dans les quatre centres observés, le coût est d'environ $14 000 au total pour 7 terminaux servant à environ 650 étudiants de M.A.O. et I.L.P. soit environ $21 par élève et par an et, en comptant le traitement: $42 par élève et par an;

- si les terminaux servaient seulement aux 200 élèves I.L.P., chaque élève coûterait $70 par an et $140 en comptant le traitement.

Ces chiffres ne valent que dans le cas de la location des terminaux. Il semble évident qu'ils seraient moindres si les terminaux étaient achetés.

On voit aussi qu'en moyenne on utilise en I.L.P. un terminal pour trente élèves.

4. Langage de programmation

Le projet CAMP utilisait le langage BASIC. C'est celui qui a été choisi dans les quatre centres dont nous nous occupons, ainsi d'ailleurs que dans toutes les autres utilisations expérimentales au secondaire, sauf dans un cas (Logo) dont nous avons parlé, à la C.S.R. Chomedey de Laval. Bernard Cauden à la C.S.R. des Mille Iles (cas 4) souhaiterait utiliser l'année prochaine le langage Logo avec des périphériques propres au projet Logo.

Le langage compilateur-interpréteur BASIC se nomme en fait "Beginners Algorithmic Symbolic Instruction Code" et il a pour auteurs des professeurs de mathématiques du Dartmouth College aux U.S.A.

C'est le langage le plus couramment employé pour les commençants aux U.S.A. et en Grande-Bretagne. En France on utilise le langage LSE qui ressemble à BASIC comme un petit frère traduit en français et adapté.

Au Québec BASIC est utilisé dans à peu près tous les cegeps en informatique. On passe facilement de BASIC à FORTRAN à cause de la ressemblance.

C'est un langage simple, comportant peu de commandes. On l'apprend facilement: en moins d'un mois de travail personnel, j'ai pu moi-même en maîtriser les principales instructions.

Ce langage, selon les professeurs et les élèves, est parallèle à la formation mathématique reçue au secondaire et leur donne toute satisfaction.

5. Système de traitement

Il s'agit du système ITF (Interactive Terminal Facility) sur l'ordinateur IBM 370/168 du SIMEQ. C'est un système mis au point par IBM, mais il en a abandonné le service à cause de ses limites et des nombreuses difficultés engendrées par son service. Le SIMEQ l'a maintenu. Les professeurs le disent passé de mode et la cause de fréquents embouteillages ou pannes.

Actuellement, avec 22 terminaux branchés sur ce système, on a atteint et probablement dépassé son maximum, car le conversationnel surcharge l'ordinateur déjà trop occupé par toute la gestion scolaire.

Tous les élèves se plaignent des pannes trop fréquentes qui leur font perdre du temps... et leurs programmes. Ils sont obligés de les mettre sur ruban, mais cela leur prend une bonne partie de leur temps, déjà trop court, au terminal. Les filles, surtout, en sont souvent désespérées: elles ne savent plus quoi faire quand ça s'arrête.

Il est vrai que les étudiants ne se mêlent pas de faire des distinctions. Ils donnent le nom de panne à des phénomènes très différents: temps de réponse trop long du système; coupures des lignes de

communication; limites de mémoire, etc. ... Car l'ordinateur, affirme le SIMEQ, ne s'arrête que rarement.

D'ailleurs certains trouvent qu'il y a moins de pannes cette année que l'année dernière.

Tous les professeurs pensent qu'il seraient mieux servis par un mini-ordinateur qui serait dédié uniquement au traitement de BASIC en pédagogie.

Si le SIMEQ ne se procure pas ce mini-ordinateur, certaines commissions scolaires semblent vouloir s'orienter vers l'achat d'un mini pour faire elles-mêmes le traitement.

E. Agents du cours I.L.P.

Sous ce titre nous aborderons le personnel enseignant, sa formation, le support pédagogique et le travail requis.

1. Personnel enseignant

D'après le tableau "clientèle I.L.P." en p. 18 on voit qu'il y a un professeur chargé d'I.L.P. dans chaque centre. Trois d'entre eux ont la charge de 2 groupes d'élèves et un autre a un seul groupe. Ces groupes sont d'ailleurs nombreux: en moyenne 27 élèves. Chaque professeur supervise un nombre moyen de 48 élèves. Il est bon de rappeler que c'est plus une activité de laboratoire qu'un "cours" proprement dit.

Ce sont tous des professeurs de mathématiques volontaires pour cet enseignement, car ils étaient intéressés à la programmation et à son introduction dans le champ des activités éducatives. Ce sont toujours eux qui ont été les agents actifs de la création de cet enseignement par les écoles et commissions scolaires.

Ils sont en même temps chargés de l'enseignement des mathématiques et dans trois cas sur quatre, de

l'activité M.A.O. Pour les activités I.L.P. à l'ordinateur, ils sont souvent aidés par l'un ou l'autre des professeurs chargés de M.A.O.

2. Formation du personnel

Ils ont tous une formation en mathématiques et en informatique. Voici plus de précisions sur leur formation:

Professeur 1:

Bacc. en Education. Une concentration majeure en informatique à l'Université de Montréal (FORTRAN). Il a appris BASIC tout seul. Il a travaillé avec Laurent Portugais, coordonnateur de mathématiques à la C.E.C.M. pour implanter le cours M.A.O. et I.L.P. depuis 1971-72.

Professeur 2:

Brevet A. Bacc. spécialisé en Maths - Sciences. Il a appris le FORTRAN à l'Université de Montréal pour ce Baccalauréat. Il a appris BASIC seul. Grâce à de fréquentes rencontres il a été aidé par Raymond Lalonde pour la méthodologie du cours. Ce dernier est son seul support pédagogique. 2e année d'I.L.P.

Professeur 3:

Bacc. Physique. Cours de FORTRAN à l'Université de Montréal. Il a appris BASIC seul. Il a fait un stage de 3 jours avec Raymond Lalonde. 1ère année d'I.L.P.

Professeur 4:

Brevet A en Maths. Certificat d'études pédagogiques. Bacc. en administration aux H.E.C. 2 cours d'informatique: FORTRAN. Il a suivi une session intensive en BASIC et eu des rencontres avec Raymond Lalonde. Il enseigne I.L.P. depuis 2 ans.

On voit que tous ont étudié le langage FORTRAN à l'Université. Il n'existe pas de cours à l'Université pour préparer à l'enseignement d'I.L.P. La plupart ont appris BASIC seuls.

3. Support pédagogique

La DGEES n'offre encore aucun programme ni aucune méthodologie en I.L.P. Elle autorise seulement les programmes qui lui sont soumis par les commissions scolaires.

En général, les conseillers pédagogiques apportent une aide administrative, mais attendent des résultats en mathématiques pour justifier les efforts et les dépenses.

Un conseiller pédagogique (cas 3) a donné une aide pédagogique au début: c'est même lui qui a rédigé le document 11 (voir annexe 1).

Dans la région montréalaise qui nous concerne, les professeurs s'entraident beaucoup par des rencontres. Mais le véritable support est celui donné par Raymond Lalonde qui a organisé des stages chaque été pour les professeurs intéressés, et qui a été l'initiateur de la rédaction de la plupart des documents pédagogiques existants. Malgré sa charge de travail écrasante, il continue à aider ses confrères de ses conseils.

4. Travail des professeurs

Ils ont en général 20 à 25 périodes par semaine d'enseignement en maths et I.L.P.

Il faut compter au moins 10 h par semaine de travail supplémentaire pour aider les élèves en I.L.P.: analyser leurs ordinogrammes et programmes, débugger, conseiller les élèves.

Ils aiment cela et travaillent beaucoup, mais c'est du pur bénévolat.

Ils rencontrent d'énormes difficultés: étant des innovateurs et les initiateurs des expériences, ils doivent convaincre les autorités des écoles et des commissions scolaires. Ils doivent voir à l'obtention des subsides, locaux, matériels, fournitures, et s'occuper du bon fonctionnement des activités.

Ils se font toujours aider par des "leaders": des élèves plus avancés qui prennent en charge des groupes.

Ils ont aussi à inventer leur propre documentation pédagogique et à se tenir au courant de ce qui se fait dans ce domaine.

Ils doivent faire la publicité de leurs cours pour avoir une clientèle: l'un ou l'autre a organisé des soirées d'information pour les parents. En général, ils ne rencontrent pas de résistance de ce côté.

Il leur faut aussi convaincre leurs collègues en mathématiques, et ils se heurtent à de la jalousie, des taquineries, sinon à des résistances ouvertes dues à l'appréhension du travail ou au refus de mettre en cause leur mode d'enseignement.

F. Approche pédagogique et méthodologie

Comme notre enquête porte sur les aspects pédagogiques de l'expérimentation d'I.L.P., on ne s'étonnera pas de nous voir insister longuement sur l'approche pédagogique, le rôle du maître et sa relation avec les élèves, la méthodologie et la documentation pédagogique. Nous sommes au coeur de notre sujet.

1. Approche pédagogique

Au début, pendant les deux ou trois premiers mois, l'approche est à tendance plutôt magistrale, pour inculquer les notions fondamentales de fonctionnement de l'ordinateur, d'algorithme, d'organigramme, de langage, notions jugées nécessaires pour l'utilisation subséquente.

Un professeur (cas 4) réduit cette partie au strict minimum et l'illustre grâce à un "Vucom" qui permet aux élèves de suivre sur des écrans vidéo la marche d'une programmation.

Mais très vite les professeurs laissent les élèves se lancer dans des "projets" personnels. De simples "problèmes" mathématiques qu'on soumettait au début, dans la phase surtout M.A.O. de ces expériences, on en est venu à une approche par "projets" qui s'est surtout explicitée depuis l'été 1975.

- Nous en avons deux versions: la première est tirée du document 3 de la C.E.C.M. et a été rédigée par Marcel Labelle (cas 2). La voici in extenso:

"En I.L.P. on fonctionne surtout par projets

Ce chapitre décrit comment l'approche-projet peut être utilisée dans un cours d'Introduction à un Langage de Programmation (I.L.P.). Des suggestions méthodologiques pour la préparation et l'évaluation, vous permettront de suivre et d'orienter les travaux de vos étudiants.

Nature d'un projet:

Un projet, dans le cours I.L.P., est une activité individuelle ou de groupe, répartie sur une période de temps assez longue, dans le but d'approfondir un sujet particulier. En fait, un projet ressemble beaucoup à une recherche scientifique. Il débute avec une hypothèse de travail, se continue avec la recherche d'informations pertinentes, s'élabore souvent en équipe, avec l'aide de personnes-ressources, et se vérifie à l'aide de l'ordinateur. Un projet est terminé ou

complété lorsque le résultat final est fourni: un LIST du programme et son exécution. De plus, les étudiants doivent être en mesure de démontrer le cheminement de leur travail, son utilité et d'expliquer les connaissances acquises au cours de leur travail.

Résumons les principales étapes d'un projet:

1. Hypothèse de travail: définition du problème à résoudre ou la description.

2. Sommaire du contenu du projet à réaliser. Acceptation du projet.

3. Recherche d'une documentation pertinente; i.e. volumes, articles de revues, notes de cours. ...

4. Planification et élaboration du projet (ordinogramme).

5. Rencontres avec personnes-ressources.

6. Vérification de l'hypothèse de travail à l'aide de l'ordinateur.

7. Remise et évaluation du projet.

Préparation d'un projet:

Il existe plusieurs techniques pour motiver l'étudiant à commencer un projet. Une technique consiste à expliquer un projet déjà réalisé par d'autres étudiants. A la fin de ce chapitre, il y aura quelques exemples qui vous permettront de réaliser la nature, le contenu et l'envergure d'un projet. Une autre technique consiste à fournir une liste de projets possibles avec certaines références. De plus, il serait souhaitable de conserver une copie des projets les mieux réussis, ils vous serviront sans doute plus tard. Nous vous suggérons de les classer par sujet: mathématiques, physique, biologie, chimie, jeux, ...

Une autre suggestion: conserver en filière

1. Une liste de projets.

2. Une description sommaire de ces projets.

3. Les rapports périodiques fournis par les étudiants, dans le but de déterminer les difficultés rencontrées ou de savoir pourquoi un projet a échoué.

4. Les références qui ont facilité la réussite de cerains projets ou qui pourraient aider à l'élaboration d'autres projets.

Peut-être que le meilleur moyen de motiver les étudiants à commencer un projet, c'est de leur permettre de consulter des résumés de projets réalisés par d'autres étudiants. Pour plus d'efficacité, chaque résumé devrait contenir une brève description du projet, un ordinogramme, un LIST, l'éxécution de ce programme et si possible, quelques commentaires des étudiants pour expliquer les difficultés rencontrées, indiquer le temps nécessaire pour résoudre le problème et des suggestions pour améliorer ce projet. Etablir un échéancier pour les différentes phases du développement d'un projet, pour aider à promouvoir l'intérêt de l'étudiant et en assurer le progrès. Dans cet échéancier, on devrait tenir compte des phases suivantes:

1. Lecture de la documentation pertinente (si nécessaire).

2. Consultation de personnes-ressources (si nécessaire).

3. Planification du travail à accomplir (ceci pourrait être un ordinogramme).

4. Consultations avec le professeur.

5. Finalisation du projet.

Si, parfois, un étudiant ou un groupe d'étudiants se retrouve avec un projet qui dépasse ses capacités, il faudra l'orienter, avec tact, vers un autre projet. Ceci implique qu'il faudra exiger un nouvel échéancier.

Le rôle de l'approche-projet dans le cours I.L.P.

La réalisation d'un projet fournit à l'étudiant l'opportunité d'explorer des concepts nouveaux, qui ne sont pas nécessairement enseignés durant les périodes de cours. De plus, la réalisation d'un projet par des étudiants, permet de stimuler l'intérêt, d'élargir la compréhension de certaines connaissances, de fournir à l'étudiant une impression d'importance et d'utilité par sa participation active dans le processus d'apprentissage. On pourra, sans aucun doute, découvrir à l'usage, les avantages des projets réalisés par les étudiants. La réalisation de tels projets permet au professeur de mieux évaluer les potentialités des étudiants. La préparation de projets génère de nouvelles idées: raffinement, association, extension, généralisation, révision, corrélation. ...

Mini-projet

Voici un exemple de mini-projet tel qu'élaboré par un étudiant du cours I.L.P. Il s'agit de la formule: DISTANCE = VITESSE x TEMPS. Il existe, en physique, un grand nombre de formules qui peuvent être analysées et exploitées de façon similaire. Il est important de noter que si le professeur désire un certain succès en utilisant l'approche-projet, il devra d'abord amener les étudiants à franchir l'étape des mini-projets.

Il existe différentes techniques pour élaborer un projet. L'une d'elles consiste à partir d'une idée très simple, comme une formule, par exemple, et à développer cette idée en essayant de rendre le programme le plus complet possible. Une autre technique consiste à élaborer

un projet par modules. On peut dire qu'un module est un mini-projet très simple qu'on peut insérer dans un programme. Il est souvent utile de décomposer un problème en unités plus simples, de résoudre chacune d'elles et de les rassembler pour constituer la solution complète du problème".

- La deuxième version est due à Bernard Cauden (cas 4) dans le document 12. ELle insiste plus sur la liaison avec la vie de l'étudiant, sur la géométrie, et elle met en cause l'aptitude du langage BASIC à favoriser cette approche. Laissons parler l'auteur:

"Pré-requis

- Liberté de l'élève (dans le cadre du cours)
- Choix total du type de projet par l'équipe de travail.
- Tendance marquée vers l'auto-évaluation.

Approche pédagogique

Le cours d'I.L.P. est axé sur la vie de l'étudiant, ses centres d'intérêts, ses activités scolaires et récréatives. Les projets pourront provenir de quelque domaine que ce soit, du moment qu'ils sont choisis par l'équipe et qu'ils constituent une exploration ou un début de synthèse d'un champ de connaissance.

On ne doit pas dans ce cours imposer un contenu mathématique, mais plutôt chercher des mises en situation qui obligent l'élève à faire des efforts d'analyse, d'observation et de recherche. Le projet informatique peut agréablement servir d'agent catalyseur des diverses expériences vécues en milieu scolaire. Nous essayons dans ce cours d'exploiter une structure modulaire pour la construction d'un programme. Cependant cette démarche demande d'analyser à fond les projets, et d'apprendre à

employer des parties (sous-programmes) réutilisables dans d'autres projets. La fonction "GOSUB" du langage BASIC offre cette notion.

Tout au long du cours on favorisera l'aspect recherche: recherche pour la réalisation d'un projet, recherche au clavier par une attitude d'essai-erreur, recherche en bibliothèque ou à toute autre source valable.

Aux objectifs propres au cours d'I.L.P. se rajoute un goût personnel: comment faire acquérir l'algèbre grâce à la géométrie.

Pour moi, tout apprentissage est basé sur de la manipulation, concrète au début puis abstraite. Cette passation du concret à l'abstrait se fera d'autant plus vite que la manipulation concrète aura été profitable, approfondie. Cela revient à dire: amener l'étudiant à faire personnellement les premières démarches d'abstraction. Les étapes subséquentes peuvent être provoquées par des défis, type projets, ou par une structure de cours favorisant l'expérimentation. La partie "toisé" de la géométrie se prête agréablement à de la manipulation et à des expériences simples, mais enrichissantes. Il est facile de reproduire dans un plan cartésien la notion d'aire d'un carré, de même on peut rapidement tracer une symétrie axiale et se retrouver avec une parabole sur les bras. Si nous décomposons cette fonction (aire d'un carré) nous touchons de façon concrète les radicaux ainsi que la décomposition de polynômes "carré parfait". L'analyse de la fonction "aire d'un rectangle" complète les cas de facteurs. Ces notions sont vues au secondaire de manière purement algébrique, sont rarement reliées à des cas concrets et constituent une partie du programme qu'aussitôt apprise on remise dans un espace empoussiéré. Je ne mentionne ici qu'une partie de ma pensée car, la notion de projet, le cours I.L.P., la manipulation en géométrie et la relation algèbre-géométrie sont pour moi autant d'expériences nouvelles et une cause d'engorgement de mes pensées. Le langage BASIC n'est certainement pas l'outil approprié à

de la géométrie élémentaire ou à des représentations graphiques, cependant il nous permet présentement de voir nos besoins, d'observer de nouvelles approches et de développer une pédagogie plus près de l'élève".

On peut donc dire que la mise en place de l'expérience d'I.L.P. a favorisé la recherche d'une nouvelle approche pédagogique liée au "projet": mais nous verrons que cette démarche a été accélérée par une influence extérieure. Ajoutons que dans d'autres textes il est question de l'importance d'utiliser l'erreur des élèves dans leur formation, et aussi de leur apprendre à simplifier au maximum leur programmation, choses assez nouvelles en enseignement au secondaire.

o Exemples de projets

Enfin, pour illustrer l'étendue des possibilités, voici une liste des titres de projets réalisés par les élèves dans les divers centres visités:

- réveil-matin
- conversation téléphonique
- partition musicale
- calcul de la pente d'une droite
- intersection de 2 ensembles
- bataille navale
- la pêche
- le bowling
- moyennes des classes
- dessiner un triangle plein
- astérixotournoi
- en chemin pour la lune (questionnaire-dialogue)
- questionnaire à l'usage des cadets de l'aviation Royale du Canada
- hold-up chez Perrette
- le jeu du pendu
- tic-tac-toe
- rapport d'impôt
- rapport d'accident
- courses de chevaux avec paris
- tir à l'arc sur cible
- choix de phrases au hasard
- matrices

Selon leur aveu, les élèves s'orientent plus facilement vers des projets pratiques que vers des projets mathématiques.

2. Rôle du maître

En fait il s'agit ici de la relation maître-élève. Le mode de relation est impliqué par l'approche pédagogique vue précédemment. Laissons encore parler les professeurs:

Professeur 1:

"De professeur au début (pour les premières notions) je deviens animateur selon le temps de l'année. J'ai surtout à répondre à des questions concernant le langage".
"Nos relations personnelles avec les élèves sont excellentes".

Professeur 2:

"Le facteur le plus important dans la réussite des projets des étudiants est l'attitude du professeur. Un professeur ayant une attitude stimulante et étant facilement disponible pour supporter et encourager les efforts des étudiants, réussira à obtenir d'heureux résultats. Le professeur devra consacrer quelque temps à ses étudiants en-dehors de heures de classe, dans le but d'assurer un certain succès à chaque étudiant. Il devra en ces occasions les encourager fréquemment, leur fournir des suggestions constructives quand c'est nécessaire. L'enthousiasme des étudiants est souvent fonction de l'enthousiasme des personnes qui leur viennent en aide". (Document 3, p. 214-215).

Il ajoute oralement: "Je fais moi-même l'effort de programmer leurs projets pour comprendre les difficultés".

Professeur 3:

"Je me vois comme un catalyseur: je suis là pour animer et pour dépanner. En maths, je

suis magistral. En I.L.P., il y a très peu de magistral: au début, quelques notions. Puis je leur donne des fiches à rythme individualisé. Je n'ai plus que quelques cours de synthèse et l'aide aux projets individuels".

Professeur 4:

"Le professeur à un rôle d'animateur et de personne-ressource".

Ecoutons maintenant le témoignage d'élèves du cas no 1:

Cas no 1:

"C'est pas un prof., mais presque un camarade, un gars qui t'aide. On va lui faire une fête à Noël. Il fait des vrais cours pendant deux mois. Après, notre prof. c'est l'ordinateur: c'est lui qui nous enseigne, nous teste, nous juge, nous punit ou nous récompense".

On voit donc qu'un nouvel élément entre dans la relation. Elle devient la relation maître-élève-ordinateur.

3. Méthodologie

C'est dans le document 5 rédigé par Marcel Labelle (cas 2) que l'on trouve le meilleur exposé de la démarche méthodologique avec l'indication des étapes et des stratégies de détail employées. Nous citons ce passage intégralement:

"Dans ce cours, le contact avec un terminal est nécessaire. Donc il est important que l'élève apprenne à communiquer avec l'ordinateur le plus rapidement possible.

Ce cours devrait débuter avec un bref historique de l'ordinateur. La visite d'un centre de calcul serait souhaitable.

Au début, on doit dire que le cours se divise en deux parties:

1. L'apprentissage d'un langage de programmation et des techniques de programmation.

2. L'élaboration de projets avec l'ordinateur.

Apprentissage d'un langage de programmation et des techniques de programmation

1. Communication avec l'ordinateur.

2. Fonctionnement d'un ordinateur à l'aide du jeu de l'ordinateur. Dans ce cas on utilise le schéma de l'ordinateur pour faire comprendre le fonctionnement de l'ordinateur. Ceci permet de mieux comprendre comment les instructions sont exécutées par l'ordinateur.

3. Ordinogramme algorithmique. A l'aide d'un certain nombre de figures géométriques conventionnelles, l'étudiant apprend à représenter schématiquement la solution d'un problème. Par la suite, il peut facilement traduire cet ordinogramme en langage de programmation. Nous utilisons un langage algorithmique à l'intérieur de figures géométriques dans le but de repérer plus facilement les erreurs de logique. Le langage algébrique au niveau secondaire, est un peu trop difficile.

4. Techniques de programmation: utilisation de variables indicées, modes d'impression.

5. Les commandes du langage.

6. Exercices.

Elaboration de projets avec l'ordinateur

1. Choix d'un projet.

2. Hypothèse de travail.

3. Recherche d'informations pertinentes.

4. Elaboration en équipe avec l'aide de personnes-ressources.

5. Vérification à l'ordinateur.

6. Remise du plan final de travail: ordinogramme et résumé des études effectuées.

7. Remise du "list" (ou énoncé complet de la programmation) et du "run" (ou exécution du programme)".

. . . . . .

Remarquons les stratégies employées:

- jeu de l'ordinateur
- algorithme
- ordinogramme
- programmation

Etudions-les plus en détail.

a) Jeu de l'ordinateur

Il consiste à représenter les composantes de l'ordinateur et leur interaction, et à figurer dans cette représentation ce qui se passe lorsqu'on le fait fonctionner. On représente donc la mémoire avec différentes cases, l'unité de contrôle, l'unité de traitement et les sorties.

On le fait de deux façons:

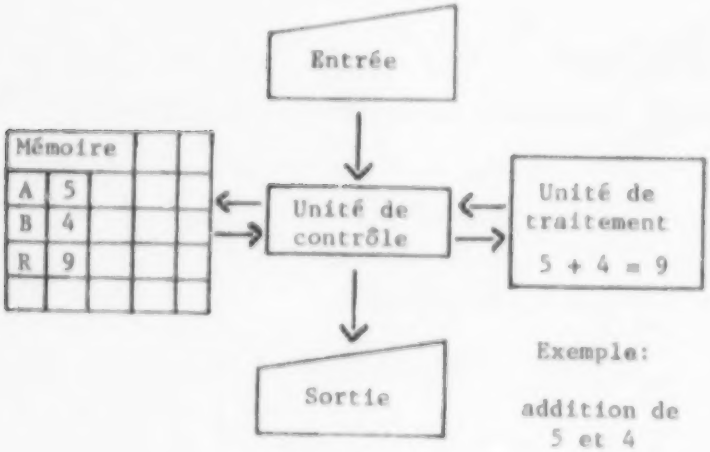
- De façon vivante par un jeu en classe avec des personnages réels, professeur ou élèves, les autres donnant les indications: données et opérations.

- de façon graphique par un schéma simplifié de l'ordinateur où l'élève inscrit les données et leur trajet.

Pendant un certain temps, l'élève devra présenter ce schéma en même temps que l'ordinogramme de programmation.

Voici deux représentations de ce schéma.

- D'abord celui du document 3 de la C.E.C.M. (p. 24).

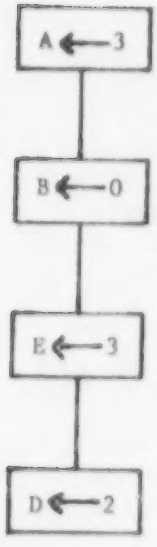
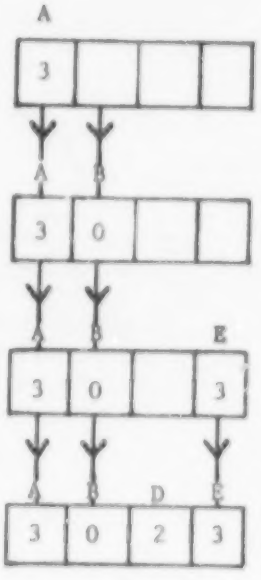


Celui de Marcel Labelle (cas 2) présente les cases de la mémoire horizontalement (document 6).

- Celui de Michel Bégin (cas 3) est représenté parallèlement à l'ordinogramme et à l'algorithme de programmation.

Les cases de la mémoire sont représentées horizontalement.

Les diverses opérations de l'unité de traitement sont indiquées par la reproduction de ce plan de la mémoire pour chaque opération et par des flèches verticales entre les cases de chaque tranche, flèches indiquant le trajet des données. Par exemple:

ORDINOGRAMME	TRADUCTION EN FRANCAIS OU ALGORITHME	OPERATIONS DE L'ORDINATEUR
	"Mets le nombre 3 dans la case A" "Mets le nombre 0 dans la case B" "Mets le nombre 3 dans la case E" "Mets le nombre 2 dans la case D"	

b) Algorithme

Pour l'ensemble des professeurs, le mot algorithme est pris dans un sens très large: c'est le cheminement logique qui conduit à une solution.

Dans ce cours, on l'emploie pour exprimer plusieurs sortes de cheminement:

- l'algorithme de "raisonnement" pour résoudre un problème abstrait, en mathématiques par exemple. Il recouvre souvent le mot "calcul";

- l'algorithme "d'opération", procédé qui consiste à appliquer son raisonnement pour ordonner et mettre en oeuvre les moyens en vue de solutionner tel problème concret;

- l'algorithme de "décision" qui demande de poser et de peser les arguments des différentes solutions pour déterminer quelle est la plus apte à atteindre la fin recherchée;

- l'algorithme de "programmation" qui permet de déterminer quelles données et opérations indiquer à l'ordinateur, dans quel ordre les lui fournir, et quelles commandes lui donner pour traduire les autres algorithmes, afin que l'ordinateur trouve la solution au problème posé, en tenant compte de son fonctionnement et de ses possibilités.

Selon eux, ces différentes formes d'algorithme ont toutes comme base l'aptitude au raisonnement logique. Les professeurs d'I.L.P. développent cette aptitude à l'algorithme en faisant réfléchir les élèves à des problèmes divers d'ordre abstrait, opérationnel, ou de décision avant de les appliquer à la programmation. Pour cela, il leur font objectiver leur raisonnement, l'ordonnancement des moyens les étapes, les variables, les choix, en les décrivant oralement ou par écrit dans des scénarios.

Marcel Labelle insiste sur la modélisation de ces raisonnements. Il utilise la méthode PERT (Program Evaluation and Review Technique) qu'il met à la portée de ses élèves. Il leur donne ainsi une méthode d'analyse de situation.

J'ai pu voir les élèves d'une classe définir toutes les opérations de la confection d'un bon café. La sanction était donnée par le goût du café à la fin.

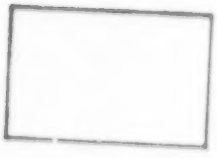
Il est évident que la programmation à l'ordinateur exige cette aptitude algorithmique, mais la développe aussi: il indique les erreurs, et par ses messages d'erreur, aide à les localiser et à les corriger.

c) Ordinogramme

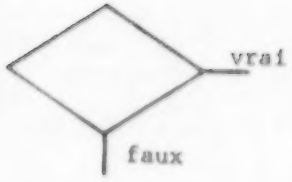
L'ordinogramme est un organigramme appliqué à l'ordinateur, ou, si l'on veut, la figuration de l'algorithme de programmation. Il s'agit d'une représentation graphique de chaque opération effectuée par l'ordinateur et du développement du programme. Les principaux symboles utilisés sont les suivants:

Début et fin du programme

Renvoi à une autre page



Traitement. La case contient le texte du traitement



Décision. Le losange contient le texte du test à effectuer

Impression au terminal

En fait, les professeurs utilisent les ordinogrammes pour représenter aussi, en cours de route, les autres sortes d'algorithmes dont nous avons parlé. Ils font faire, surtout au début, toutes sortes d'ordinogrammes pour entraîner les élèves. Raymond Lalonde insiste sur la valeur pédagogique de ce moyen:

> "La composition d'ordinogrammes est un exercice intel ectuel très exigeant pour un étudiant. Par contre, c'est un outil très valable pour l'analyse de problèmes, pour la préparation et la correction d'un programme. Les ordinogrammes peuvent être utilisés dans toutes sortes de problèmes, même si l'on n'utilise pas l'ordinateur pour trouver des solutions. Mais si l'étudiant n'avait pas la possibilité d'utiliser l'ordinateur, il ne serait pas intéressé à composer des ordinogrammes". P. 8 (document 13).

Pour les problèmes complexes, les professeurs demandent aux élèves "de faire un ordinogramme général comportant les différentes étapes, puis d'analyser chaque étape et de rassembler le tout en ordinogramme définitif". (Raymond Lalonde, cas 1).

Après un certain temps on n'oblige pas toujours les élèves à présenter des ordinogrammes détaillés, mais seulement les grandes articulations.

Chez Bernard Cauden (cas 4) ce mode de faire est habituel: il demande simplement de styliser les grandes décisions en modules. L'ordinogramme servira de plan de travail.

d) Programmation

On a déjà vu à plusieurs reprises l'insistance des professeurs sur la programmation pour la formation de l'élève. C'est le contact avec l'ordinateur qui est la clef de voûte de toute la méthodologie. "L'élève enseigne à l'ordinateur, donc il comprend mieux et mesure son degré de connaissance" dit Bernard Cauden. Tous les efforts de l'élève tendent vers cette rencontre: l'apprentissage du fonctionnement et du langage, le pas à pas de la démarche algorithmique, sa visualisation en ordinogramme et la contrainte d'horaires serrés. Il est la suprême récompense. C'est pour les élèves le moment de l'exaltation ou du désenchantement selon que la programmation marche ou ne marche pas. L'ordinateur est le juge incorruptible du travail de l'étudiant.

L'élève a donc dû présenter au professeur son projet, puis une description écrite de son cheminement ou algorithme, puis son ordinogramme. Il a rédigé sa programmation d'avance sur une feuille de programmation qu'il a pu soumettre au professeur. En cours de route, il a dû corriger les erreurs flagrantes. Il ne lui reste plus qu'à soumettre le tout à l'ordinateur à converser avec lui au sujet des erreurs qu'il lui révèlera.

Si sa programmation fonctionne, il n'a pas fini. Le professeur va l'obliger à la raffiner: la rendre plus concise et plus simple et l'assortir de mesures préventives pour qu'elle

soit valable dans toutes sortes de conditions (tendance aux "projets ouverts" comme disent certains américains).

Les professeurs attribuent une grande importance pédagogique à ces trois éléments: erreurs (ils laisseront l'élève en soumettre à l'ordinateur), simplification de la programmation, et mesures préventives.

Ils insistent aussi sur le pas à pas méthodique dans toute cette stratégie: l'élève ne brûle pas les étapes. C'est seulement quand il a bien assimilé une étape qu'il passe à la suivante. Ainsi, on lui fait bien répéter l'attribution de cases dans la mémoire par la commande "let" avant de le faire passer au "print" avec l'énoncé direct de l'opération. On ne lui apprend les gadgets simplificateurs comme "for... next" que lorsqu'il manipule aisément le "read... data" et qu'il s'est exercé au compteur par le jeu de l'ordinateur en classe.

Pour accélérer ce processus, Bernard Cauden (cas 4) se sert, nous l'avons vu, d'un Vucom pour faire comprendre le début de la programmation. Laissons-le parler:

> "Nous avons durant 2 mois (octobre et novembre 1975) utilisé en classe un terminal à écran cathodique (Vucom). Une caméra projetait sur 2 téléviseurs l'image des échanges effectués avec l'ordinateur. Ainsi toute question, toute idée pouvait facilement être essayée et on recevait immédiatement la réponse. Nous avons ainsi montré aux élèves l'ordinateur partenaire, par des jeux de la librairie commune, auxquels jeux la classe participait. Nous avons pu en quelques minutes appliquer la théorie des exposants, que des élèves de secondaire III venaient de voir, à des notions de calcul de logarithmes. Nous lui avons posé des questions: quel âge as-tu, quelle distance y a-t-il de la terre à la lune, calcule 9879.654 x 6743.852 x .....,

avec les résultats que l'on connaît. Cette expérience très profitable même si commencée en retard, pourra être reprise au début des cours de l'année scolaire 1976-77. L'utilisation visuelle de l'ordinateur permet de donner à toute une classe les mêmes informations, de procéder à des échanges profonds avec les élèves et crée instantanément un environnement de travail et surtout de recherche". (Document 12, p. 6 et 7)

Pour finir ce long exposé de la méthodologie, affirmons avec les professeurs que "l'apprentissage du langage n'est pas un but en soi". Il est évident que dans cette méthodologie il ne s'agit que d'un moyen pour atteindre la programmation et, pour réaliser, grâce à l'approche pédagogique, des projets de programmation.

4. Documentation pédagogique

Nous entendons par cette expression les écrits ou productions qui sont à la disposition des professeurs et des élèves: programmes, documents, préparations de classes, livres, cours programmés, bibliographies, etc.

Une grande partie de ces instruments ont été fabriqués par les professeurs. Nous présentons la liste de ces documents. On la retrouvera en annexe no 1:

Document 1:

"Utilisations de l'ordinateur dans l'enseignement des mathématiques". C.E.C.M., 1972. Traduction de CAMP par Laurent Portugais.

Document 2:

"Programme d'informatique 421-521". C.E.C.M., 1974.

Document 3:

"Document sur l'expérience d'informatique à la C.E.C.M. Fin 197., par les professeurs d'informatique de la C.E.C.M.

Document 4:

"Communication avec l'ordinateur". Par Georges Hall. C.E.C.M.

Document 5:

"Exposé du cours I.L.P." Par Marcel Labelle. C.E.C.M. Octobre 1975.

Document 6:

"Cours I.L.P. - M.A.O." Par Marcel Labelle. C.E.C.M. 1975.

Document 7:

"Cours de BASIC programmé à l'ordinateur". Par les élèves de Calixa-L.allée. C.E.C.M. 1975. I01 à I32.

Document 8:

"Cours de BASIC programmés à l'ordinateur, Z00 à Z25 et B00 à B08". Au SIMEQ.

Document 9:

"Cours Langage d'Informatique par modules". Par Michel Bégin de Chomedey-de-Laval. 1975.

Document 10:

"Programme du cours L.I." (Langage d'Informatique) Par Jean Saumier, Chomedey-de-Laval. 1975.

Document 11:

"Une idée des ordinogrammes". Par Jean Saumier, Chomedey-de-Laval. 1975.

Document 12:

"Mathématiques assistées par ordinateur et cours d'I.L.P." Par Bernard Cauden aux Mille-Iles. 1976.

Document 16:

"Appréciation d'un programme informatique". Par Marcel Brisebois. C.E.C.M. 1975.

Document 18:

"Bibliographie sommaire pour le cours I.L.P." Par Marcel Labelle. 1975.

Pour l'apprentissage du langage, les cours programmés I01 à I32, Z00 à Z25 et B00 à B08 servent beaucoup.

Pour les exercices, problèmes et projets c'est le document de la C.E.C.M. (document 3) qui sert le plus.

G. Participation des élèves

Dans ce chapitre, nous parlerons de leurs motivations pour s'inscrire à ce cours, du travail qu'il exige d'eux et de leur intérêt.

1. Motivations des étudiants

Qu'est-ce qui a poussé les étudiants à s'inscrire en I.L.P.? Nous les avons interrogés et avons demandé l'avis des professeurs à ce sujet.

- la plupart viennent de M.A.O. Ils ont trouvé cela intéressant et ont voulu l'approfondir;
- "ça développe la logique"... "ça aide à réfléchir"... "j'aime la façon de procéder"... (c'est donc le cours en tant que tel, par son contenu, son approche pédagogique qui en attire un grand nombre);
- on note aussi l'attrait de l'informatique: "ils sont fascinés par l'ordinateur. C'est un instrument magique";

- c'est aussi par pure curiosité: "ils veulent essayer quelque chose de nouveau";

- c'est un défi: "je veux savoir utiliser l'ordinateur, d'autres y arrivent bien";

- quelquefois on trouve des raisons affectives:
  . "pour suivre tel copain ou tel groupe";
  . "il y a aussi un facteur de préférence du professeur";

- rarement c'est par obligation: "parce qu'il n'y a pas d'autre cours pour compléter son horaire".

Contrairement à ce que nous pensions, pas un seul élève n'a évoqué l'attrait d'une carrière intéressante en informatique. "Ils ne pensent pas tellement à l'avenir" dit un professeur. "Je ne sais pas si ça me servira plus tard, mais ça m'intéresse drôlement". Ce sont plutôt des parents qui ont insisté auprès de leurs enfants en évoquant le statut social relié aux ordinateurs.

En général donc, les professeurs n'ont pas à faire beaucoup de publicité dans l'école pour attirer des élèves à leur cours. L'attrait vers cet apprentissage existe, les M.A.O. sont une pépinière de volontaires, et les groupes I.L.P. ont un grand rayonnement.

2. Travail requis

Tous les élèves ont un cours par jour en I.L.P. Au début, pour une période variant de 2 semaines à 3 mois selon les groupes et les professeurs, ce sont des cours magistraux donnant les bases nécessaires. Puis les cours se passent à préparer les projets personnels ou de groupes: d'abord des mini-projets, puis des projets plus larges. A ce moment le professeur n'est plus qu'animateur ou personne-ressource, à peine donne-t-il quelquefois un cours synthèse, ou reprend-il devant tous les présents telle ou telle notion importante. Les élèves organisent leur temps comme ils l'entendent.

Quel temps de contact ont-ils avec le terminal pendant les heures de cours?

- à Calixa-Lavallée (cas 1) à cause du nombre d'élèves M.A.O. - I.L.P. (388) on fait passer 5 personnes ou groupes de deux par heure. Les élèves ont 2 séances de 12 mn par semaine;

- ailleurs c'est 20 minutes (3 par heure) ou 25 minutes (2 par période de 50 min.), en général 2 fois par semaine.

Ce temps varie donc de 25 à 50 minutes par semaine. Mais dans toutes les écoles il est permis aux élèves qui veulent en faire une activité étudiante de venir au terminal pendant les repas et après les cours (jusqu'à 10 heures du soir) par séances d'une ½ h chacune. Tous les élèves I.L.P. prennent du temps supplémentaire, même le samedi. Le terminal ne désemplit pas.

J'ai pu évaluer à 2 h par semaine le temps passé à l'ordinateur pour une bonne partie des étudiants. A Calixa-Lavallée la moyenne est de 13 h par mois par élève. D'autre part les élèves en I.L.P. sont souvent leaders ou moniteurs pour les élèves en M.A.O.

Tous avouent avoir beaucoup de travail: "on n'a pas le temps de niaiser". "On est plus à l'école qu'à la maison". Mais c'est souvent un choix personnel et non une obligation. Il est évident en tout cas qu'ils ont plus de travail que dans les autres matières.

3. Intérêt des élèves

On voit donc quel intérêt suscite le cours I.L.P. Un sondage effectué au niveau de tout le secteur francophone de la C.E.C.M. en 1975, révèle que chez les élèves en M.A.O. et I.L.P.:

- 77% des étudiants disent aimer l'informatique et être motivés par cette matière;

- 65% sont intéressés à en faire même en dehors des cours;

- 75% aimeraient approfondir cette matière;

- 73% affirment qu'ils doivent travailler plus en informatique que dans les autres matières;

- 76% aiment l'informatique parce qu'ils peuvent se corriger eux-mêmes.

Document 13, p. 18

L'observation directe nous a convaincu de l'intérêt de l'ensemble des élèves, et de l'enthousiasme pour un grand nombre.

"Dans l'ensemble, ils sont très intéressés. Je n'ai pratiquement pas d'absentéisme, ce qui n'est pas le cas pour les autres cours", dit un professeur. "Il n'y a pas de problèmes de discipline, ce qui veut tout dire", affirme un autre. "L'intérêt est largement bon, des projets étaient déjà terminés en décembre. L'intérêt va grandissant" confirme un troisième.

L'un d'eux précise: "pour la moitié des élèves, l'intérêt est grandissant jusqu'à la fin; pour un quart il reste le même; pour un quart il va en diminuant". Un autre explique ces différences: "ceux qui viennent des maths enrichies sont plus intéressés. Deux ont repris le cours alors qu'ils l'avaient déjà suivi l'année dernière".

Ecoutons maintenant les élèves:

"On est presque tous enthousiastes. Dans le domaine académique à l'école, il n'y a rien d'autant le fun... on est plus à l'école qu'à la maison".

"Il y a beaucoup de travail, mais on ne le regrette pas, ça nous intéresse". "Il n'y a presque pas d'abandon".

Quelles sont donc les raisons de cet intérêt?

"Il y a un esprit: tout le monde se connaît, on fait équipe", affirment des élèves. "Le travail personnel selon notre rythme est ce que j'aime le plus", dit un autre. Mais voici la principale raison: "c'est surtout la programmation qui nous intéresse, c'est plus intéressant si on se sert plus souvent du terminal"... "La grande récompense, c'est quand le programme "fit" bien". Un professeur explique: "l'ordinateur devient une attraction spéciale. Pourquoi? On peut dialoguer avec lui comme avec une autre personne". Concluons avec un autre: "l'intérêt augmente au fur et à mesure qu'il y a contact avec l'ordinateur et que les projets marchent".

- Il y a cependant des baisses d'intérêt évaluées par un professeur à un quart pour son groupe.

Quelles en sont les causes?

"Certains sont moins intéressés, disent des élèves. Il faudrait leur dire tout ce qu'il faut faire. Comme on est libres ici, ils sont un peu perdus". Ces certains élèves, consultés, ont répondu qu'ils aimeraient plus d'aide du professeur, mais comme il est trop pris, ils n'arrivent pas à l'avoir à leur disposition. L'un d'eux affirme: "la dernière fois que j'ai eu besoin de lui, j'ai dû attendre deux classes pour avoir une réponse, alors ça décourage". Un professeur donne une autre explication: "certaines équipes sont non productives: ils sont vite lassés par l'ordinateur, car ils n'ont pas assez préparé leurs projets et n'ont pas assez travaillé intensément au début pour apprendre le langage".

- Il y a aussi des abandons en cours d'année. On les évalue à deux élèves par groupe en moyenne. Deux raisons sont invoquées:

  - "ils voudraient obtenir des unités d'étude à moindre travail. Ils peuvent en trouver dans d'autres options";

- "ils sont dépassés par la forme de pensée: ils manquent de logique dans l'ensemble du travail".

• Fait notoire: ce sont à peu près toujours des filles. "En moyenne, il y a moins d'intérêt chez les filles que chez les garçons":

- "en règle générale les filles ont plus de difficulté que les garçons, exactement comme en mathématiques. Elles n'y comprennent pas grand chose";

- "c'est trop forçant pour elles. Elles ont un goût moins marqué pour le scientifique";

- "bien qu'elles soient meilleures que les garçons en dactylo, les filles ont plus de réticences à embarquer sur l'ordinateur: elles ont peur du pas connu, or l'ordinateur est une aventure";

- "elles ont horreur des pannes. Elles sont perdues quand la mécanique fonctionne mal";

- "il s'agirait plutôt d'un manque de confiance et d'initiative".

Y a-t-il des remèdes?

- "je ne sais pas s'il s'agit d'une question de méthodologie";

- "il faudrait probablement pour elles une approche différente. Elles aiment quelque chose de stable: explications, exercices, applications... et puis les problèmes à résonance sociale les attirent plus que les problèmes mathématiques: questionnaires d'intérêt, interviews chez les voisins, etc."

En tout cas nous voici en pleine querelle sexiste! Il est à remarquer d'ailleurs que tous les professeurs sont masculins.

H. Evaluation de l'expérience I.L.P.

Cette partie traitera de l'évaluation telle qu'elle est faite par les commissions scolaires, les professeurs et les élèves.

Nous utiliserons les documents d'évaluation existant dans le milieu, et les interviews des professeurs et des élèves.

Nous présenterons successivement l'évaluation des résultats d'apprentissage des élèves, les résultats d'enseignement, les difficultés rencontrées et l'évaluation globale de l'expérience I.L.P.

1. Evaluation des résultats d'apprentissage

Idéalement, il s'agirait de vérifier si les élèves ont atteint les objectifs 1 à 17 de la liste des pages 21 et 22.

Voyons d'abord les modes et instruments d'évaluation, puis les résultats eux-mêmes dans le domaine de l'apprentissage.

a) Modes et instruments d'évaluation

En général, l'évaluation est plutôt traditionnelle, par des tests et contrôles, pour le premier ou les deux premiers bulletins, selon le temps réservé à l'acquisition des bases: connaissances sur l'ordinateur, algorithmes, ordinogrammes, langage.

Puis l'évaluation se fait par rapport à leur projet programmé.

Des tests sont prévus dans les documents pédagogiques eux-mêmes: les documents 1 et 3 ont des livrets d'exercices-tests avec solutionnaire pour le maître.

Les cours programmés (documents 7 et 8) comportent leurs propres tests dans chaque leçon.

Le document 16 du centre 1 donne un exemple de critères d'appréciation d'un programme: 5 critères pour l'ordinogramme, 4 critères pour la traduction en programmation (dont 1 pour les mesures préventives et 1 pour la simplification) et 2 critères pour l'exécution du programme.

En ce qui concerne les projets, le document 2 donne en p. 4 le mode d'évaluation:

Critères d'évaluation:

		points
1)	commentaires	5
2)	entrée des données	10
3)	présentation	10
4)	boucles	15
5)	mesures préventives	10
6)	variables indicées	10
7)	efficacité (longueur, temps, modularité)	40
		100
8)	ordinogrammes	100

Mais les professeurs rajoutent une appréciation personnelle donnée par l'étudiant lui-même. Pour Calixa-Lavallée (cas 1) cette note compte pour 25% du total.

Bernard Cauden (cas 4) a un autre mode d'évaluation:

"En I.L.P. l'élève s'auto-évalue pour 40% de sa note finale, il indique par une lettre de A à E son travail et son comportement et donne les raisons qui motivent son évaluation. 60% sont attribués par le professeur à un travail personnel de création ou d'analyse de programme. La remise du travail s'il répond à 3 critères de base (analyse ou composition d'un programme, ordinogramme de structure, présentation) assure l'élève de la no-

te de passage. Par ordinogramme de structure nous entendons l'analyse globale d'un programme".

Document 12

Tous ces instruments et modes d'évaluation permettent de donner une note au bulletin en I.L.P., mais n'indiquent pas ou à peu près pas si les étudiants ont atteint les objectifs d'apprentissage no 1 à 17 de la liste des objectifs.

Nous n'avions ni le temps ni les moyens de fabriquer et d'utiliser des instruments d'évaluation aptes à combler ces lacunes. Nous avons dû nous contenter de l'observation et des témoignages recueillis lors des interviews d'élèves, de maîtres et de professeurs d'autres matières (par exemple en physique), ainsi que des réponses et commentaires à un questionnaire passé vers la fin de l'année scolaire 1974-75 (document 13, p. 11 à 18).

Nous pensons que ces témoignages sont des éléments sérieux d'évaluation car, en matière éducative on doit tenir compte de chaque cas d'apprentissage et pas seulement de moyennes chiffrées.

Bien sûr, il reste la distance entre l'affirmation d'un étudiant concernant un apprentissage personnel et la réalité objective de cet apprentissage, mais on peut raccourcir cette distance par le recoupement d'autres témoignages venant de son entourage scolaire (encore mieux si on peut compléter par l'entourage familial).

b) Résultats d'apprentissage

En ce qui concerne les notes de bulletin, les résultats n'étaient pas encore significatifs: notre étude s'est faite d'octobre à janvier, et il n'y avait eu qu'un bulletin. Les professeurs parlaient de "résultats encourageants" qui se situaient un peu au-dessus de 75% en moyenne sem-

ble-t-il. Michel Bégin (cas 3) qui est un "nouveau" déclare: "je m'attendais à des démarches plus lentes".

Les résultats de l'année dernière dans les centres 1, 2 et 4 corroborent les affirmations faites ci-dessus et donnent des estimations moyennes semblables.

Essayons maintenant de reprendre l'un après l'autre les objectifs d'apprentissage et de rassembler des témoignages au sujet de chacun. Quand ces témoignages seront convergents pour un même point, on n'en notera qu'un, ou les plus significatifs:

- no 1: Intérêt

  Les commentaires consignés en II G. 3) p. 55 et 56 tiennent lieu de réponse très positive.

- no 2: Démystification

  "Ils ont vite fait de démystifier l'ordinateur", prof. 1.

- no 3: Autonomie

  "Avant, lorsque j'arrivais en face d'un problème de maths ou de chimie, je ne savais pas par quel bout commencer: maintenant je l'aborde plus facilement, car je raisonne mieux". Elève, doc. 13.

  "Ils font moins de par coeur, sont moins bébés, plus matures", prof. de physique, doc. 13.

  "Leur habitude à relever les défis posés par les problèmes complexes leur permet de surmonter la plupart des difficultés", prof. de maths, doc. 13.

- no 4: Créativité

  La diversité des projets mentionnés montre bien une bonne part d'imagination, et la liberté dans leur réalisation favorise la créativité.

  "Le cours développe l'imagination et la créativité", élève, doc. 13.

- no 5: Equipe

  L'observation et les témoignages des professeurs montrent que l'esprit d'équipe est nettement développé.

  "Il y a un esprit: tout le monde se connaît, ou fait équipe", élève, cas 1.

- no 6: Raisonnement

  "On apprend à raisonner mieux", élève, document 13.

  "C'est un cours excellent pour la logique", élève, doc. 13.

  "Ca aide à réfléchir", élève, cas 2.

- no 7: Cheminement logique

  "Ce cours nous apprend quelque chose de nouveau et de pratique: avec les ordinogrammes, on apprend à agir par étapes". Elève, doc. 13.

  "Ca m'apprend à réaliser des choses de façon logique", élève, doc. 13.

- no 8: Approfondissement des notions

  "Ce cours me fait approfondir certaines notions", élève, rapport 75.

  "On doit connaître ou chercher à connaître une notion pour la programmer", élève doc. 13.

  "Ils comprennent mieux certains problèmes plus difficiles", prof. de maths, doc. 13.

  "Ils développent leur connaissance plus en profondeur", prof. de physique, doc. 13.

- no 9: Problem-solving

  "On apprend à résoudre les problèmes", élève, cas 1.

- no 10: Méthode de travail

  "Je constate chez les étudiants une méthode de travail rigoureuse", prof. de maths, doc. 13.

- no 11: Analyse

  "Ils ont plus le souci de décortiquer les problèmes dans le détail et ils argumentent plus en classe". Professeur 1

- no 12: Synthèse

  "Cela leur donne un plus grand esprit de synthèse", professeur de maths, doc. 13.

- no 13: Généralisation

  "On applique à divers problèmes des notions vues théoriquement", élève, doc. 13.

- no 14: Rendement en mathématique

  "Ca m'aide à mieux comprendre mes maths", élève, doc. 13.

  "Le cours d'informatique m'a aidé à comprendre les logarithmes", élève, doc. 13.

  "Ma moyenne en maths est passée de 63% à 81%, élève, doc. 13.

  "Ma moyenne en maths est passée de 58% l'an dernier à 80% cette année", élève, doc. 13.

  "Je note chez eux un esprit mathématique peu commun", professeur de maths, doc. 13.

- no 15: Pluridisciplinarité

  "Ca développe la logique, c'est donc bon pour les sciences, surtout pour la physique", élève, cas 1.

  "Ca m'aide à comprendre les formules de physique", élève, doc. 13.

  "J'ai aussi amélioré mon français, car lorsqu'on s'adresse à plusieurs personnes, il faut surveiller les fautes", élève, doc. 13.

- no 16: Apprentissage de l'informatique

  Les notes de bulletin concernant en grande partie les généralités sur l'ordinateur, le langage et la programmation donnent une réponse très largement positive.

Complétons par quelques témoignages:

Langage:

"Au bout de quatre mois, on connait tout du langage, sauf les matrices et fichiers", élève, cas 1.

Programmation:

"Les programmes simples et complets m'ont permis de comprendre le fonctionnement de l'ordinateur", élève, doc. 13.

- no 17: Transferts

"C'est excellent pour développer la débrouillardise", élève, doc. 13.

"Ils sont plus matures", prof. de physique, doc. 13.

"Ca donne un esprit logique dans tout ce qu'on fait", élève, cas 1.

- Citons quelques cas types

Gilles à Calixa-Lavallée (cas 1):

Il était en secondaire V allégé. Il a dû reprendre son année en mathématiques. Il a fait I.L.P. On l'a mis en maths enrichies 532 et il a terminé avec 77%. Il a très bien réussi en I.L.P. Il est maintenant en informatique au Cegep.

Michel à Calixa-Lavallée

C'était un élève timide en sec. III et peu doué en maths. En faisant M.A.O. il a pris de l'assurance. En sec. V, il a été leader en I.L.P. et a participé à la programmation du cours 101 à 132. Il est au Cegep en sciences pures.

Guy à Charles-Lemoyne (cas 2)

Il était en secondaire IV régulier. Il est venu en I.L.P. Il a compris le langage et la programmation en 3 mois. Il est devenu l'un des meilleurs élèves en mathématiques.

Centre 4: un élève fait I.L.P. en sec. V en plus de tous ses cours sans avoir choisi cette option.

2. Evaluation des résultats concernant l'enseignement

Voyons si les objectifs 18 à 22 sont atteints.

- no 18: Individualisation

  L'approche par projets a permis à chaque élève de travailler à son propre rythme, comme nous avons pu l'observer (du moins à partir du moment où il aborde les projets). Voici le témoignage de l'un d'eux: "On travaille personnellement à notre propre rythme, élève, doc. 13.
  Même pour l'apprentissage des bases, les élèves du cas 3 ont travaillé individuellement, par modules.

- no 19: Concrétisation de l'enseignement

  Ce point rejoint un peu la "généralisation", mais il est plus large. Là encore l'observation nous a montré que les projets ont aidé à réaliser cet objectif. C'est flagrant pour les projets "pris dans la vie", comme dit Bernard Cauden, et il y en a plusieurs.

- no 20: Situation de recherche et d'expérimentation

  La réponse est encore évidente si on se rapporte au déroulement d'un projet en p. 33 à 39.

  L'observation nous a montré que ces bases étaient respectées.

- no 21: Contact plus étroit avec les étudiants

  Ce que nous avons dit du rôle du maître en p. 40-41 avec des témoignages, nous montre que cet objectif a été atteint.

- no 22: Apprendre à mieux enseigner

  Tous les professeurs concernés pensent que leur enseignement a changé, qu'ils comprennent mieux les difficultés des élèves et qu'ils sont plus aptes à y répondre.

Conclusion sur les résultats:

On peut donc dire globalement que tous les objectifs fixés ont été atteints au moins en partie. Il est difficile de dire dans quelle mesure chacun l'a été, faute de critères précis et d'instruments adéquats d'évaluation. Mais la réponse est tout de même nettement positive.

3. Difficultés rencontrées

L'évaluation doit comprendre l'indication des difficultés survenues lors de la recherche des objectifs. A partir de l'observation et des témoignages, nous présenterons d'abord celles des élèves puis celles des professeurs. Nous résumerons chacune en quelques mots:

a) Difficultés rencontrées par les élèves

- le peu de temps au terminal alloué à chacun pendant les cours. Ils n'ont pas le temps de terminer leur programmation, et souvent ils doivent perdre du temps à la mettre sur ruban pour la sauver;

- le grand nombre de pannes qui arrêtent leur travail ou le font perdre;

- le grand nombre de fautes de frappe dues au manque d'habitude de la dactylographie;

- la nécessité de la rigueur dans la ponctuation;

- l'obligation ressentie souvent comme pénible de faire les ordinogrammes au complet, surtout quand ils deviennent complexes;

- dans le langage et la programmation les points les plus difficiles sont: les variables et surtout les variables indicées; la boucle et le compteur; les commandes "for - next" et "gosub", et les matrices et fichiers.

b) Difficultés rencontrées par les professeurs

- les résistances de certaines commissions scolaires pour les budgets (2 centres);
- les difficultés administratives, par exemple en début d'année pour obtenir du papier et des rubans (1 centre);
- les locaux insuffisants ou trop bruyants (3 centres);
- le matériel insuffisant (2 centres qui ont attendu des mois pour l'installation d'un deuxième terminal);
- les résistances de certains collègues professeurs;
- l'insuffisance de support pédagogique;
- la nécessité d'obtenir des résultats en mathématiques pour justifier les dépenses;
- le poids du travail requis par le cours en plus des autres obligations professorales;
- le trop grand nombre d'élèves par groupe;
- le manque de patience des élèves qui ont tendance à ne pas respecter les étapes;
- le manque de bases mathématiques et logiques chez les élèves, ainsi que leur absence de méthode;
- l'individualisme des élèves qui ralentit le travail en équipes au début.

A partir de l'énoncé de ces difficultés on peut entrevoir les améliorations possibles.

4. Evaluation globale de l'expérience I.L.P.

Nous indiquerons les documents d'évaluation, puis nous donnerons leurs conclusions, enfin nous ajouterons l'opinion des participants.

a) Documents d'évaluation

Nous avons trouvé trois documents évaluant l'ensemble de l'expérience d'utilisation de l'ordinateur au secondaire à la C.E.C.M. (M.A.O. et I.L.P. réunis).

Document 13:

"Rapport sur le projet informatique à la C.E.C.M.", 1975. Par les responsables du cours à la C.E.C.M.

Document 14:

"Statut et recommandations concernant la future programmation par ordinateur dans les classes de langage anglaise de la C.E.C.M." Par Edward Zeagray, coordonnateur de l'enseignement des mathématiques, 8 mai 1975.

Document 15:

"L'informatique dans les écoles de la C.E.C.M., rapport du comité de l'enseignement par ordinateur", novembre 1975.

b) Conclusions sur l'expérience

Ces trois documents apportent des conclusions nettement positives à cette expérience (à la fois M.A.O. et I.L.P.). Les deux derniers

donnent des recommandations favorables et même insistantes pour l'extension de cette expérience dans les secteurs anglophones et francophones de la C.E.C.M.

Ils fondent leur verdict sur l'enthousiasme des élèves et l'utilité des connaissances reçues pour l'informatique elle-même, pour les mathématiques, la physique ou encore la chimie. Ils recommandent à la commission scolaire de reconnaître que cette expérience fut "un succès remarquable".

c) Opinion des participants

L'opinion des élèves sur l'expérience I.L.P. est reflétée par leur intérêt à ce cours tel qu'il a été décrit dans le chapitre réservé à ce sujet. Leur réussite nettement positive ayant été établie dans l'évaluation des résultats confirme ces données. Il serait inutile ici d'ajouter les témoignages nombreux allant dans ce sens.

Quant aux professeurs du cours, ce sont tous des volontaires dont l'enthousiasme n'est plus à démontrer. Ils trouvent tous l'expérience enrichissante pour leurs élèves et pour eux-mêmes, puisqu'elle leur permet de jouer un rôle que tout professeur digne de ce nom aimerait avoir à jouer, et que la réussite de leurs élèves les confirme dans la voie qu'ils ont choisie.

III

ANALYSE CRITIQUE DE L'EXPERIENCE I.L.P.

Dans cette troisième partie, je vais essayer de repenser et de repeser les différents éléments de l'expérience I.L.P. Je vais d'abord établir longuement les critères qui me serviront pour cette analyse critique. C'est le plus important.

Puis nous appliquerons ces critères à l'analyse des différentes composantes de ce cours, en modifiant quelquefois l'ordre de la partie descriptive, en passant rapidement sur certains éléments qui ne nécessitent pas de commentaires, et en insistant plus sur d'autres. Nous rajouterons un paragraphe pour la justification de ce cours.

A. Critères de l'analyse critique

Cette analyse sera une opinion personnelle, mais à l'intérieur d'un cadre de référence, avec des choix comme la non-insistance sur la détermination précise des objectifs pédagogiques, mais l'insistance sur l'importance des stratégies d'enseignement. J'apporterai des critères pour l'introduction d'un nouveau moyen éducatif, puis des précisions sur l'évaluation de l'expérimentation d'un moyen en pédagogie.

1. Opinion personnelle

Il est évident que les critiques auront la valeur d'une opinion personnelle. Je ne prétends pas faire oeuvre d'expert dans ces matières. D'ailleurs l'opinion d'un expert, dans la mesure où elle penche vers le positif ou le négatif, est toujours une décision personnelle qui déborde les arguments sur lesquels elle repose, et qui apporte une teinte normative.

Je ne voudrais pas me faire juge dans le domaine de cette expérience, mais simplement aider à éclaircir les problèmes qui se posent, et à apporter des arguments pour l'améliorer afin qu'elle clarifie ses objectifs, et les atteigne mieux.

2. Cadre de référence

a) Point de vue pédagogique

Le cadre de référence de l'analyse critique sera donc les objectifs, mais il s'agira uniquement des objectifs d'ordre pédagogique c'est-à-dire concernant les apprentissages proprement dits. Notre enquête porte sur ce point et je tâcherai de ne pas en sortir, mais je ferai référence à deux sortes d'objectifs.

b) Objectifs du projet I.L.P.

Dans l'analyse descriptive, j'ai essayé de dégager assez nettement les objectifs du cours et j'ai présenté l'évaluation parallèlement à ces objectifs. C'est à eux que je me suis référé pour l'analyse de l'approche et de la méthodologie. C'est à eux que je me référerai aussi pour l'analyse critique.

c) Objectifs du système d'éducation au Québec

Mais ce cadre doit être élargi à la dimension des objectifs du système d'enseignement public au Québec.

C'est dans ce cadre avec ses orientations, modèles, programmes, méthodes, ressources et relations administratives qu'on doit situer cette expérience. Elle n'est pas une expérimentation dans le domaine de la recherche fondamentale, en

laboratoire fermé, mais une expérience opérationnalisée dans une école, avec de vrais élèves et de vrais professeurs, des programmes, des horaires, des budgets, des habitudes, etc. ... Il ne s'agit donc pas d'en faire une critique en fonction d'un modèle pédagogique idéaliste ou utopique, ni de faire retomber sur elle toutes les critiques du système scolaire, encore moins de lui faire endosser tous les péchés du monde éducatif. Par exemple ce n'est pas la faute du professeur du centre x si les notes des bulletins ne réflètent pas l'atteinte des 17 objectifs d'apprentissage du cours I.L.P.

Est-il besoin de faire une liste des objectifs du système scolaire au Québec? Ce serait faire oeuvre gratuite, et il n'en existe nulle part, à notre connaissance, d'énoncé tant soit peu pertinent, actuellement.

Mais pour les besoins de cette analyse nous n'aurons à faire appel qu'à quelques uns qui sont patents comme:

- procurer l'égalité des chances aux élèves;
- faire que l'élève apprenne ce qui lui sera nécessaire pour subsister;
- donner une formation personnelle complète à l'étudiant;
- le faire participer au maximum à sa formation;
- le motiver;
- le rendre autonome;
- lui permettre de développer l'aptitude à travailler avec les autres;
- individualiser l'enseignement;
- lui donner une méthode de travail intellectuel;

- l'initier à un mode de pensée scientifique;

- etc.

Ces objectifs se retrouvent dans ceux de l'expérience I.L.P. Mais il en est d'autres qui conditionnent ce projet, par exemple:

- ne pas tuer les professeurs ni les élèves;

- fonctionner avec les ressources disponibles;

- ne pas déborder les horaires normaux;

- faire que l'enseignement d'une matière n'empêche pas l'enseignement des autres;

- mettre de la continuité dans les programmes: c'est-à-dire préparer des programmes par une formation antérieure pré-requise;

- etc.

Cette détermination assez large nous suffit.

3. Relativité des objectifs pédagogiques

On s'étonnera peut-être de ne pas me voir analyser plus en détail les objectifs.

On aura probablement remarqué dans la 2e partie de ce travail que, même dans la description de l'expérience, j'ai plus longuement insisté sur l'approche pédagogique et la méthodologie que sur la détermination précise des objectifs. Je n'ai même pas cherché à les rédiger en termes de comportement, encore moins à les passer à la loupe. Il m'a suffi de dé-

signer assez clairement les principaux. Et cela me semble suffisant.

Bien sûr, on ne peut pas évaluer grand chose si on n'a pas clarifié ses objectifs. Bien sûr aussi on ne peut choisir de moyens, méthodes et approches qu'en vue d'une fin définie. Et il a été bon que depuis quelques années on ait tant insisté sur la démarche par objectifs, ou qu'on ait voulu créer une "mentalité" dans ce sens. Mais il ne faudrait pas exagérer.

On nous rebat les oreilles de "taxonomie": or la taxonomie n'est que la science de la classification logique des objectifs d'enseignement; elle n'est en aucun cas le classement structuré et ordonné des apprentissages de l'élève.

Même si le professeur a un objectif précis à son enseignement (puisse-t-il toujours en avoir!), l'élève a aussi les siens plus ou moins conscients, et ce qu'il tire de l'enseignement a souvent très peu de chose en commun avec l'objectif prévu, ... heureusement.

Pourquoi mettre tant d'efforts à déterminer et éplucher tel objectif précis à son enseignement alors qu'il aura chez l'élève des retentissements multiples sur sa connaissance et son agir, et qu'on ne connaît à peu près rien encore sur le "comment" de ces résonnances.

A une machine dont on connait les mécanismes, les réactions et les possibilités, on peut fixer des objectifs précis. Mais aucun élève n'est un robot. On peut programmer un ordinateur; on ne peut pas programmer totalement un étudiant.

D'ailleurs le professeur peut évoluer en cours de route et faire dévier sa démarche vers des objectifs insoupçonnés au début. Il peut concevoir un enseignement des M.A.O. et enfanter un I.L.P.

Qu'on m'excuse de m'être laissé aller à cette réaction contre un abus. J'ai à exprimer dans cette analyse critique un jugement, et il est bon que le lecteur connaisse mes opinions, pour mieux savoir quoi prendre et quoi laisser.

4. Importance des stratégies d'enseignement

Nous prendrons ici le mot "stratégie" au sens le plus large du mot. Il recouvrira les approches pédagogiques, la relation maître-élève, le choix et la mise en oeuvre des moyens, les méthodes, et surtout les activités éducatives. J'insiste sur l'activité, car c'est vraiment elle qui est au centre de la pédagogie: elle permet à l'élève d'apprendre par une participation active.

Dans la description, c'est la partie intitulée "approche et méthodologie" qui a été la plus développée. Et c'est volontairement, car on ne connaît un projet éducatif que lorsqu'on connaît à fond ses stratégies.

Enseigner veut dire "faire connaître par un signe". Le plus important, selon cette définition étymologique est donc de bien choisir le "signe" apte à faire connaître, et de déterminer comment l'utiliser dans la relation enseignant-enseigné.

"Donnez-moi une bonne stratégie d'enseignement et j'enseignerai le monde", dirait l'Archimède en éducation.

Pour cela, le maître doit savoir quelles notions ou habiletés présenter; quand les présenter et dans quel ordre; sous quel aspect; de quelle manière préparer l'élève à les recevoir, les lui faire assimiler, les fixer, les faire appliquer, les intégrer à l'ensemble de ses connaissances et de son agir; grâce à quels exercices, explications, exemples, simulations, activités, instruments, media, méthodes et probablement aussi trucs et recettes. ...

Il faut au maître la connaissance de la psychologie des étudiants, de leurs besoins, de leur cheminement; l'intuition du "pont affectif" à franchir pour faire accepter et intégrer la nouvelle connaissance; l'habileté à manipuler moyens et méthodes; mais aussi une part d'invention et de créativité, ou, disons-le, de génie, car l'enseignement est un métier et un art.

5. Critères pour l'introduction d'un nouveau moyen éducatif

Nous avons assez insisté sur l'importance du choix des moyens en pédagogie. Mais quels sont les critères qui doivent nous guider pour introduire un nouveau moyen? Je procéderai par grandes affirmations répétitives où quiconque a manipulé une bonne quantité de moyens d'enseignement se retrouvera peut-être. Qu'on se souvienne entre autres des leçons à tirer de l'introduction massive des moyens audio-visuels:

- avant de nous demander quel nouveau moyen on pourrait employer, il serait bon de nous demander plutôt si les moyens existants ne peuvent pas rendre le même service. Il y en a probablement qu'on n'a jamais pensé à appliquer au cas en question;

- changer un moyen pour un autre moyen n'apporte en soi rien à l'efficacité pédagogique si l'on enseigne la même chose de la même manière;

- généralement une technologie nouvelle permet et demande un renouvellement de la pédagogie, l'application de nouvelles théories de la connaissance, des méthodes ou approches nouvelles, des objectifs et des contenus nouveaux.

  On doit ne l'employer que pour ce changement pédagogique lorsqu'on l'aura bien localisé.

  Cela va exiger un rodage à vide assez long du nouveau moyen avant de pouvoir constater les résultantes de son introduction.

On pourrait ainsi, grâce à l'ordinateur:

1. chercher à réaliser des objectifs nouveaux en pédagogie;

2. chercher à atteindre les objectifs existants, mais que les moyens en usage ne peuvent permettre d'atteindre pleinement, par exemple:

- aide aux hanticapés, à l'enfance inadaptée, aux élèves faibles;
- accélération du rythme d'apprentissage;
- apprentissage à distance;
- individualisation
- participation accrue de l'élève à son propre apprentissage;
- accroissement de l'intérêt;
- concrétisation de l'enseignement;
- approfondissement du contenu: mises en application;
- débordement du contenu:
  . à des habiletés ou notions connexes;
  . à d'autres domaines d'apprentissage insuffisamment atteints: transferts;
- maîtrise ou familiarisation avec une nouvelle technologie;
- etc.

3. chercher à diminuer les coûts de l'éducation, mais cet argument pris seul, est assez fallacieux. Toutes les introductions de moyens nouveaux jusqu'à maintenant ont eu cet objectif, mais aucune n'a pu prouver qu'elle l'avait réalisé. Pour citer Claudel "c'est une espérance qui ne tient pas ses promesses". En fait, les coûts éducatifs n'ont fait que s'accroître depuis qu'on parle de "technologie".

Pour introduire un nouveau moyen pédagogique le critère premier est donc l'utilité pédagogique sans oublier cependant le respect de la spécificité technique du medium, car un moyen ne peut pas produire n'importe quoi.

Qu'on nous permette d'illustrer cette argumentation déjà longue par un court résumé de l'évaluation au CAI (enseignement assisté par ordinateur) en général "programmé par ordinateur" faite en 1974 par des personnes qui oeuvrent depuis les origines dans ce do-

maine, et portant le titre de:

- "The effectiveness of alternative instructional media: a survey" dans Review of Educational Research, vol. 44, no 1, Winter 1974. Par Dean Jamison, Patrick Suppes, Stuart Wells.

  . Apports du CAI (enseignement assisté par ordinateur): rien de significatif:

    . semble favoriser les faibles

    . permet à certains étudiants d'apprendre plus vite

    . meilleur quand c'est lié à l'enseignement traditionnel

    . motivation provisoire, mais durera-t-elle?

    . quand on augmente le temps de présence au terminal, les résultats s'améliorent

    . ce ne serait pas meilleur que de consacrer les mêmes ressources à aider l'enseignement traditionnel

  . Si l'argent nécessaire à l'installation du CAI était consacré à l'augmentation du personnel: groupes moins nombreux, plus de temps pour une matière, amélioration du matériel simple, on aurait probablement d'aussi bons résultats sinon de meilleurs en enseignement traditionnel pour les mêmes contenus.

6. Précisions sur l'évaluation de l'expérimentation d'un moyen

Ce n'est donc pas le "moyen" d'enseignement qui fera tout en pédagogie. Et ce n'est pas le moyen comme tel qui sera évalué dans une expérimentation.

Ce qui est expérimenté, dans notre cas, ce n'est pas l'utilisation de l'ordinateur, mais son utilisation dans tel environnement, avec telle relation et telle approche pédagogiques, telles activités, insistances, méthodes, ...

Le résultat pédagogique ne dépend pas seulement du moyen, mais de la manière dont il est utilisé, et tous les éléments sont interdépendants.

Il ne faudrait pas l'oublier lorsqu'on a à évaluer une expérience, et encore moins lorsqu'on veut la transplanter.

Si l'on veut juger de la valeur du CAI (Computer Assisted Instruction) par exemple, il est clair qu'on jugera très peu l'emploi de l'ordinateur, mais beaucoup l'enseignement programmé, dans la plupart des cas. L'ordinateur n'est que le support à cette forme d'enseignement.

Aussi, nous verrons plus loin que l'on assiste dans l'expérience analysée ici à une transformation de la relation maître-élève-savoir. Cela n'est certainement pas dû à l'ordinateur, mais à l'utilisation de l'ordinateur en mode "automate" (selon les distinctions apportées par le rapport du SIMEQ sur les applications pédagogiques de l'ordinateur); et cela se fait à l'intérieur d'une approche pédagogique par projets, où l'élève est appelé à programmer lui-même, en mode interactif, son projet à l'ordinateur. Cette interaction entre l'élève et l'ordinateur peut donc être menacée si on diminue le temps au terminal, ou améliorée si l'on augmente et diversifie les périphériques de l'ordinateur. Il est clair que les résultats pédagogiques seraient alors nettement influencés.

Qu'on ne s'étonne pas de la longueur de cette présentation des critères: dans la mesure où elle est bien faite, les conclusions de l'analyse critique vont de soi. Et maintenant le lecteur voit mieux quelles sont les raisons des choix dans ce qui va suivre.

B. M.A.O. et I.L.P.

Par delà les questions historiques, il est temps de se poser sérieusement le problème des relations entre M.A.O. et I.L.P.

1. Avantages de ce mariage

Il ne s'agit pas de faire disparaître les M.A.O.: elles ont apporté de bons résultats en mathématiques, préparé le terrain à I.L.P. et justifié les dépenses. Si les terminaux n'étaient utilisés que pour I.L.P., le coût moyen par élève et par an serait élevé: $70 et le double en comptant les frais de traitement. Ce coût est quatre fois moindre si on ajoute M.A.O.

Il est bon que le terminal serve au maximum, pour amortir les coûts, sans toutefois gêner l'efficacité pédagogique, car le contact avec l'ordinateur est nécessaire, mais il peut être réduit pour M.A.O.

2. Utilité des M.A.O.

Cela ne doit pas nous empêcher de nous demander si les M.A.O. sont le meilleur moyen d'atteindre les objectifs qu'elles veulent atteindre: motiver l'étudiant à faire des mathématiques, l'aider à les comprendre en développant ses facultés d'analyse et de généralisation, augmenter son autonomie intellectuelle en s'équipant pour le problem solving.

Les M.A.O. atteignent ces objectifs, on peut l'affirmer nettement, et elles les atteignent dans le cadre des programmes et stratégies de l'enseignement des maths au secondaire: avec les étapes normales et selon les méthodes habituelles comme la gradation des difficultés et, par des activités de nature surtout algébrique.

Mais le programme actuel et le genre de mathématiques enseigné sont continuellement remis en question à l'A.M.Q. (Association des mathématiques du Québec). Certains trouvent qu'on forme à un raisonnement

mathématique linéaire étroit qui ne prépare pas à de grandes vues mathématiques, que la démarche rigoureuse ne prédispose pas à la simplification des problèmes, et que les applications en algèbre ne sont pas assez concrètes. Ils aimeraient mieux une mathématisation de la réalité qu'une contemplation de mathématiques toutes faites.

En employant l'ordinateur pour donner cette motivation et cette formation, on double la difficulté et le travail de l'élève: il doit apprendre les ordinogrammes, les algorithmes de programmation, le langage d'ordinateur et les commandes du système.

Avant de choisir cet instrument, a-t-on fait l'effort de rechercher dans le domaine même des mathématiques si des moyens moins coûteux et plus simples n'existaient pas... ou n'étaient pas à inventer pour rejoindre les objectifs de motivation, de compréhension, et d'application?

N'étant pas mathématicien, je n'ai pas de réponse à cette interrogation.

En tout cas si la dernière question est d'amortir le coût du terminal, on peut faire servir celui-ci à des activités de laboratoire dans d'autres matières aussi, et à des activités para-scolaires.

3. Spécificité de I.L.P.

Quoiqu'il en soit, il me semble urgent de faire disparaître au plus tôt la confusion entre M.A.O. et I.L.P., et d'établir la spécificité du cours I.L.P. au niveau des objectifs, stratégies et moyens.

Il n'est pas bon que les professeurs I.L.P. aient des comptes à rendre dans le domaine mathématique.

Cela ne peut que confirmer la liaison maths-ordinateur, repousser les élèves qui ne se sentent pas la bosse mathématique, favoriser l'orientation des projets vers les mathématiques et laisser subsister dans les stratégies du cours I.L.P. de nombreux relents des

méthodologies mathématiques au secondaire: langage abstrait, cheminement rigoureux, linéarité, habitude des "colles", etc., toutes choses dont nous reparlerons. La "pluridisciplinarité" recherchée ne peut se faire qu'à sens unique: report sur les autres matières des "modèles" mathématiques, là où ils sont applicables.

Bien sûr, on peut affirmer qu'il y a une liaison directe entre l'ordinateur et le raisonnement mathématique.

Les mathématiques booléennes interviennent dans sa fabrication, son fonctionnement et sa programmation, du moins en ce qui concerne l'ordinateur digital. Ce n'est pas une raison pour le réserver aux forts en maths, et pour ne pas essayer de le rendre utilisable aux autres. D'ailleurs on l'a vu dans l'expérience I.L.P., il arrive qu'un faible en maths réussisse en programmation d'ordinateur et devienne par là un fort en maths.

Et s'il est vrai qu'historiquement le cours I.L.P. a fleuri sur l'arbre des M.A.O., ce n'est pas une raison suffisante pour penser qu'il doit toujours en être ainsi.

C. Justification de I.L.P.

Le cours I.L.P. répond-il à des besoins? On aura peut-être remarqué l'absence de cette question toute simple dans la partie descriptive de notre étude.

C'est qu'historiquement la question ne s'est pas posée de front. Voulant motiver les élèves aux mathématiques et développer leur raisonnement logique, on a découvert peu à peu les immenses possibilités des moyens et stratégies mis en oeuvre, et on est allé dans ce sens.

D'autre part, pour les professeurs, il allait de soi qu'il fallait donner aux élèves une formation intellectuelle basée sur le raisonnement et la méthode.

Mais il est temps de se poser la question ouvertement, sinon le cours sera mal ajusté à ses souliers et donc boiteux.

Distinguons deux sortes de besoins pour fonder ce cours:

- besoins tels que formulés par le système scolaire;
- besoins tels qu'existant chez les élèves, plus ou moins consciemment, en fonction des possibilités de leur âge.

Dans le premier cas, nous faisons intervenir les objectifs de l'éducation, dans le second la connaissance de la psychologie des adolescents. On aura donc à mettre en cause non seulement les objectifs du cours I.L.P., mais encore ses stratégies, soit les moyens, l'approche pédagogique, la relation pédagogique, la méthodologie.

1. Besoins formulés par le système scolaire

Que le système scolaire au Québec vise à donner une formation intellectuelle complète aux étudiants et donc un bon raisonnement logique et une méthode de travail pouvant leur servir dans tous les domaines et la connaissance et même de la décision, cela est patent, et excellent. Il existe d'ailleurs un programme-cadre de formation à la pensée et à la méthodologie au secondaire: jusqu'en 1973 on le nommait "méthodologie du travail intellectuel". Actuellement il porte le titre de "méthodes et techniques de travail" et reçoit les numéros 335-110, 210, 310, 411 et 511 selon qu'il est donné à tel niveau du secondaire. Mais en fait il n'est donné nulle part ou peu s'en faut. Essayez donc d'enseigner à des élèves du secondaire une méthode et des techniques de travail sans les faire travailler à quelque chose de concret. Cela va rester un enseignement à vide, donc insipide et aussitôt oublié. C'est pour cela que des professeurs de différentes matières, surtout la langue maternelle, essaient de le récupérer, mais ils n'en touchent que des bribes. L'idéal serait donc de lier cet enseigne-

ment à un moyen permettant des activités concrètes et intéressantes en divers domaines de la connaissance. Et c'est là que I.L.P. peut nous sauver, avec son ordinateur utilisé pour réaliser des projets, à condition que ces projets soient bien diversifiés et que l'on ne s'arrête pas par principe à un seul type d'approche intellectuelle ou de méthodologie, car on réserverait cette formation à un seul genre de clients qui deviendraient des privilégiés.

Je ne suis pas un spécialiste en ces matières, mais je soupçonne qu'il existe plusieurs formes d'approche intellectuelle dont certaines s'éloignent de la linéarité déductive sans perdre de leur efficacité, et plusieurs sortes de méthodologie du travail intellectuel qui n'ont pas grand chose à voir avec le cheminement trop rapidement taxé de "seul logique". Ne serait-ce pas au moins partiellement une des raisons des difficultés rencontrées par les filles en M.A.O. ou I.L.P.?

Le cours I.L.P. (reformulé) pourrait donc recouvrir une grande partie des objectifs et contenus de ce programme-cadre. Notons au passage qu'il peut constituer aussi une excellente préparation à l'utilisation de l'ordinateur au cegep et à l'université, préparation ardemment souhaitée par les enseignants de ces niveaux.

2. Besoins réels des élèves

Les élèves du secondaire 2e cycle n'expriment probablement pas le besoin d'un équipement intellectuel structuré et d'une méthodologie dans ce domaine, mais leur intérêt pour la formation donnée par I.L.P. est net, et leurs témoignages très positifs sinon enthousiastes.

Il y a correspondance entre d'un côté la formation donnée en I.L.P. avec ses algorithmes, ses ordinogrammes, son langage algébrique, son cheminement rigoureux, et d'un autre côté les aptitudes intellectuelles des jeunes de 15-16 ans.

Les structures de la pensée formelle viennent de finir de s'installer chez eux, leur donnant un instrument d'abstraction et de puissance sur le réel: ils vont user et abuser de ce nouvel instrument, réduisant tous les problèmes à un pur exercice de logique linéaire, sans tenir compte de leur connaissance insuffisante de toutes les données historiques, humaines, sociales, etc. ... de ces problèmes. C'est ce qui va nous donner ces élucubrations catégoriques, mais d'une logique implacable, si typiques des adolescents. Tout se réduit à deux catégories: vrai et faux.

Il est évident qu'un genre de logique mathématique linéaire comme celui d'I.L.P., où l'on peut vérifier le cheminement pas à pas, les enthousiasme, car il correspond à leurs besoins instinctifs profonds.

Mais justement nous voyons là les limites d'I.L.P.: il serait bon qu'à cet âge on contrebalance au moins partiellement cette tendance à la mathématique de l'esprit par une autre forme de logique moins linéaire, plus conforme à la réalité, et par des projets enracinés dans le concret et y débouchant.

Je pense entre autres à la tendance de Bernard Cauden à incarner l'algèbre dans la géométrie. Je pense aussi à l'idée de l'école St-Maxime à Chomedey-de-Laval de choisir un langage moins linéaire qui dans ce cas est "Logo". Il y aurait aussi la possibilité de le donner comme deuxième langage en secondaire V.

Ce que nous venons de dire pourrait peut-être expliquer en partie les difficultés des filles à suivre I.L.P. Certains pensent qu'elles traversent plus vite que les garçons les diverses étapes de l'adolescence et qu'au même âge elles ont souvent dépassé l'appétit de logique linéaire. Elles reprendraient donc plus vite contact avec le réel.

On peut donc conclure que le genre de formation donnée par I.L.P. correspond grosso modo à des besoins du système scolaire et des élèves de 15-16 ans, mais qu'il y aurait des modifications à y apporter pour mieux répondre à ces besoins.

D. Dénomination, objectifs, contenus, niveau d'I.L.P.

Qu'on le nomme "introduction à un langage de programmation", ou encore "Langage d'Informatique", ou "Computer Sciences" comme chez les anglophones de la C.E.C.M., ou encore "Informatique" tout court comme à la Direction des Programmes, voilà un cours qui est affublé d'une cotte mal taillée. La connaissance de l'ordinateur, de l'informatique, du langage, ne figurent pas parmi les objectifs principaux, mais sont une étape pour rejoindre des objectifs de formation intellectuelle générale, comme nous l'avons vu. Il faudra donc changer la dénomination du cours.

D'autre part, comme nous l'avons vu ci-dessus à propos des besoins, il faudra revoir les objectifs; prévoir dans quelle mesure on pourra les atteindre; les classer par ordre d'importance et par là-même réorganiser les contenus. Il faudrait aussi étudier le retentissement d'un tel cours sur les autres programmes du curriculum au secondaire et les modifier en conséquence. Le document 15 de la C.E.C.M. en donne un exemple: le problème moral et social posé par l'introduction des ordinateurs dans la vie des gens. On peut y rajouter l'influence des modèles de programmation sur les matières connexes et toutes les disciplines scientifiques. Mais cela touche aussi un problème de langue et de culture, car jusqu'à maintenant l'ordinateur du SIMEQ parle et pense en américain.

A long terme, si on généralise ce cours, il y aura des problèmes plus importants causés par l'introduction sur une large échelle de l'ordinateur dans l'enseignement. Cela demandera de préparer l'élève dès sa plus tendre enfance à ce contact, d'ajouter à sa formation ce qui manque encore, d'éliminer ce qui deviendra inutile grâce à l'ordinateur. Je n'ai pas ici à m'étendre sur ce sujet, car on en connaît encore peu de choses: on ne fait que l'entrevoir. Mais un minimum serait que la dactylographie soit insérée dans la formation avant le 2e cycle du secondaire.

A quel niveau peut-on mettre ce cours? Cela dépendra justement des objectifs, contenus, stratégies, mais aussi de la préparation des élèves à aborder cet enseignement.

La C.E.C.M. dans le document 15 propose que les généralités sur l'ordinateur et une introduction aux algorithmes et à l'ordinogramme soient données en secondaire III

pour préparer le terrain, mais que la véritable formation aux algorithmes, ordinogrammes, langage et programmation soit réservée à secondaire IV et V.

On aurait ainsi les cours optionnels 464-320; 464-421 et 464-521.

Les professeurs dans l'ensemble pensent que la programmation de projets importants a intérêt à être réservée à secondaire V.

Répétons que tout dépendra des contenus, stratégies et instruments du cours. Nous savons qu'il y a déjà des expériences de programmation d'ordinateur à l'élémentaire avec des langages simplifiés et des périphériques diversifiés.

E. Problèmes de matériel

Je veux parler ici des locaux, équipements, budgets et du mode de traitement. La question du langage, demandant plus de réflexion, est traitée à part.

Dans l'ensemble, les locaux devraient pouvoir ressembler moins à des placards. On pourrait voir à une certaine insonorisation et à leur liaison avec la salle de cours.

Les terminaux sont la cheville ouvrière de tout le système, et leur nombre est important puisque la réussite du cours est directement proportionnelle au temps passé par l'élève à l'ordinateur. Mais le mode de traitement par le SIMEQ va éclater si on y ajoute de nouveaux terminaux.

On se heurte immédiatement à la question des coûts. Nous avons déjà envisagé en B des solutions pour absorber l'amortissement des terminaux. (p. 81 - 82)

En définitive la question en est une de choix administratif. Veut-on obtenir les améliorations pédagogiques nettes que provoque ce cours? Alors il faudra que quelqu'un décide d'y mettre le prix. Jusqu'à maintenant les commissions scolaires en ont absorbé les coûts. Il est fort possible qu'elles aient encore à le faire quelque temps. Tant qu'on n'aura pas officialisé le cours et per-

mis son implantation, c'est à elles de décider si cela en vaut la peine.

Mais on pourrait peut-être envisager d'autres solutions, après étude des coûts:

- achat de terminaux au lieu de les louer;
- arrangements avec le SIMEQ pour qu'il achète un mini-ordinateur pour améliorer le traitement et et servir un plus grand nombre d'usagers; et peut-être aussi pour qu'il y ait des portes d'entrée sur des matériels permettant l'emploi d'autres langages;
- achat d'un mini-ordinateur pour une région (comme la C.E.C.M.) avec traitement local ou branchement sur un réseau;
- branchement sur le mini-ordinateur d'un cegep, avec participation aux coûts de traitement;
- et bientôt peut-être, si les prix d'achat continuent à baisser et la technique à s'améliorer, achat d'un micro-ordinateur, pour une classe ou une école.

En tout cas la C.E.C.M. qui a dépensé $120 000 en 5 ans aurait pu avec cet argent acheter les 12 terminaux qu'elle loue, et un mini-ordinateur par dessus le marché.

Mais de façon immédiate, pour la prochaine année scolaire, le SIMEQ rendrait un immense service en se chargeant encore du traitement, malgré les défauts de son système, car mieux vaut un traitement claudicant que pas de traitement du tout, les commissions scolaires n'étant pas prêtes à d'autres solutions.

F. Langage de programmation et système de traitement

Que vaut le langage BASIC par rapport à d'autres?

Il y a des religions du langage: certains sont prêts à mourir ou à en faire mourir d'autres pour leur langage de programmation.

Tout compte fait, cela a assez peu d'importance en éducation, car ce n'est qu'un moyen, et tout dépend de ce que l'on en fait en pédagogie: comment on apprend à s'en servir, à quoi on l'utilise, dans quel environnement, dans quelle approche et quelle relation pédagogique.

Actuellement presque tous les langages sont du type dit "évolué". Chacun a les défauts de ses qualités et les qualités de ses défauts.

Les élèves du secondaire apprennent assez facilement le langage BASIC. Les professeurs tiennent à lui. Il est en effet simple et il utilise et développe des notions, habiletés, algorithmes, progressions, identiques à ceux qu'on inculque au secondaire dans le système d'enseignement, surtout en mathématiques. Mais on a déjà pu entrevoir ses limites qui sont justement liées à ce parallélisme. Il est très linéaire, très logique, assez peu apte à des utilisations autres que strictement "mathématiques" dans le sens où l'on prend ces mots ici. Il ne peut pas exprimer l'action, c'est-à-dire la mathématique en train de s'appliquer à des opérations concrètes. Il exprime plutôt la mathématique statique ou appliquée à des coupes analytiques non-vivantes. On peut difficilement l'utiliser pour l'édition de textes. Avec son système de traitement ITF, les programmes sont difficiles à étudier et les erreurs à déceler: c'est pourquoi les professeurs étudient plus facilement les ordinogrammes. La programmation se décompose assez difficilement en modules articulés. Seul le "gosub" permet cette malléabilité, mais rarement. La boucle et le compteur y sont ardus; les variables indicées et les matrices, laborieuses pour les élèves. Il a peu de gadgets simplificateurs pour les travaux compliqués. Il a aussi le grand péché de ne pas parler français, mais cela pourrait être corrigé facilement, à condition de le faire. ...

Tout compte fait, il remplit bien la fonction qu'on lui demande jusqu'à maintenant dans l'expérience I.L.P., avec ses stratégies propres à l'intérieur du curriculum actuel du secondaire et des ressources disponibles.

Bien sûr BASIC est moins sophistiqué et moins rapide que d'autres langages pour le calcul mathématique compliqué: mais justement on veut ici que les élèves découvrent et vivent toutes les étapes de ces opérations et se forment par là-même au lieu que la machine le fasse pour eux.

Bien sûr aussi BASIC est plus pauvre en applications diversifiées que d'autres langages qui permettent de manipuler des environnements plus riches (entre autre des périphériques plus diversifiés que le télétype): mais, dans l'état actuel, ces environnements, ou bien ne sont pas encore totalement opérationnalisables, ou sont trop chers, ou demandent un ratio maître-élève impossible à obtenir dans le secteur secondaire général, ou bien encore les professeurs ne sont pas préparés à s'en servir.

A courte échéance, on pourrait traduire BASIC en français, et améliorer la diversification de ses applications en adoptant un autre système de traitement: il en existe de meilleurs qu'ITF. Et si l'on voulait vraiment former l'élève à une autre approche de raisonnement, plus large que celle donnée actuellement, et donc changer en même temps les stratégies en insistant plus sur l'approche "projets concrets diversifiés", il faudrait voir à adopter un autre langage plus conforme à ces objectifs. C'est ce que voudrait tenter par exemple Bernard Cauden dans le centre 4.

De toutes façons, je ne pense pas qu'on ait à imposer quoi que ce soit dans ce domaine. A l'époque de découverte où nous sommes, il vaudrait mieux laisser la liberté aux professeurs de choisir leur langage, et voir ce qui sortira de ces expériences.

Mais, me dira-t-on, n'est-ce pas handicaper l'avenir? L'élève formé à un langage d'ordinateur n'aura-t-il pas de difficulté à passer à d'autres plus pratiques pour les utilisations futures?

Cette question me paraît purement hypothétique et même théorique. Elle vient toujours d'ailleurs des partisans tenaces d'un seul langage: le leur.

L'expérience montre qu'après avoir appris un langage, n'importe lequel, on passe facilement à d'autres. Je connais des gens qui en utilisent couramment deux ou trois différents selon ce qu'ils ont à faire, car aucun n'est universel.

Moi-même qui connaissais un peu de Logo, ai pu apprendre facilement BASIC pour les besoins de cette enquête, et je ne vois pas ce qui m'empêcherait d'en apprendre un troisième bientôt.

Il est prouvé que les élèves formés à BASIC réussissent très bien au cegep et à l'université en FORTRAN, COBOL ou même A.P.L.

D'accord, il est plus long de passer à une nouvelle "mentalité" de langage que d'apprendre de nouvelles commandes, mais ce n'est pas un obstacle insurmontable.

G. Agents de l'expérience I.L.P.

La description faite dans la 2e partie, de cet aspect de l'expérience, appelait en soi des conclusions flagrantes.

1. Personnel enseignant

Il faudrait en arriver à ce qu'il soit plus diversifié dans sa formation et qu'on n'ait pas seulement des professeurs de mathématiques, si l'on veut arriver à une diversification des applications de cet enseignement. Il faudrait aussi des professeurs féminins pour adapter les stratégies en fonction des filles. Il serait bon que tout l'environnement professoral soit mis dans le coup pour collaborer et non pas freiner.

2. Formation

Si cet enseignement prend de l'ampleur, il sera bon de prévoir une formation spécifique pour y préparer, entre autres des stages avec d'autres projets, systèmes ou langages.

De toutes façons dès maintenant la formation des maîtres devrait prévoir une préparation à l'utilisation de l'ordinateur et un contact avec lui: pas seulement comme calculateur, ni comme instrument de gestion pédagogique, mais aussi en mode automate, comme instrument interactif de laboratoire où l'étudiant programme lui-même.

3. Support pédagogique

Il est absolument nécessaire. Là où il a été insuffisant, les résultats en ont souffert. C'est probablement une des causes de l'abandon d'une expérience à la Polyvalente Le Ber de Sherbrooke. Il est grand temps que quelqu'un de suffisamment formé (ou un groupe) soit appelé à ce rôle soit au niveau provincial, soit au niveau régional.

4. Travail

Les professeurs sont nettement surchargés. N'oublions pas qu'il s'agit plus d'une activité de laboratoire que d'un cours. Il faudrait donc moins d'élèves par groupe. La charge d'enseignement annexe pourrait au moins être diminuée ou enlevée. Il n'est pas normal qu'un élève ayant des difficultés dans un projet doive attendre son tour plusieurs jours pour pouvoir en discuter avec le professeur.

H. Approche pédagogique et méthodologie

Reprenons l'approche par projets, la relation pédagogique et la méthodologie. La documentation pédagogique est analysée à l'annexe no 1.

1. Approche par projets

Il y a eu évolution dans le développement de l'expérience M.A.O. - I.L.P., du problem-solving vers le projet. C'est une nette amélioration qui permet de viser à des objectifs pédagogiques plus larges comme l'individualisation, la créativité, la concrétisation, l'autonomie, le travail en équipes, la formation à un esprit de recherche et à des méthodes de travail plus polyvalentes, et à une forme de pensée plus "modulaire" donc moins linéaire.

Le contact plus ou moins direct avec le projet Logo du collège Edouard-Montpetit a sans doute été un élément facilitateur de cette démarche.

Il me semble qu'elle pourrait être encore plus radicale.

Dans le déroulement du cours, on a gardé des traces de chaque avancée: d'abord enseignement magistral; exercices; problèmes; mini-projets, enfin projets.

Or il y a là une antinomie. L'approche pédagogique est radicalement opposée entre le début et la fin de ce cheminement. On ne prépare pas un élève à l'autonomie du projet en lui donnant des cours magistraux; on ne l'initie pas à la découverte, à la créativité et à la pensée modulaire en lui proposant des exercices tout prêts ou des problèmes bien délimités avec des cases en blanc toutes prêtes à remplir dans un ordre précisé d'avance. On ne le forme pas à la vie d'équipe en lui donnant des leçons à apprendre; on ne l'ouvre pas sur les problèmes concrets de son milieu en lui proposant des calculs algébriques; on n'individualise pas l'enseignement en faisant de véritables cours à un groupe; on n'utilise pas pédagogiquement l'erreur si presque tout est prévu d'avance. Il faudrait prendre position plus franchement, comme l'un ou l'autre des professeurs essaie de le faire.

Oui, les élèves en arrivant en I.L.P., sont assez peu préparés à ce nouveau style pédagogique et l'on comprend le souci des professeurs de ménager des transitions. Mais quelquefois la meilleure transition consiste à être jeté dans le bain... avec une bouée à côté.

Ainsi la formation initiale requise pourrait faire l'objet de projets de recherche en équipe, et des instruments individualisés modulaires pourraient être disponibles comme nous le voyons dans un centre. La "modularisation" devrait être accentuée dans les ordinogrammes.

La tendance à la diversification et à la concrétisation des projets devrait être amplifiée, comme par exemple l'application en géométrie au centre 4.

Cet effort aura évidemment des retentissements sur toute la méthodologie et à la limite sur le choix du langage, nous l'avons vu.

Il influencera aussi sur le ratio maître-élève, car moins un professeur enseigne... et plus il a de travail.

Enfin, il faudra mieux étudier cette approche par projets en fonction des résultats qu'on attend d'elle. On pourrait utiliser les recherches effectuées par le projet Logo sur les dimensions temporelle, spatiale, structurelle et réaliste des projets.

3. Relation pédagogique et ordinateur

Nous avons vu dans la partie descriptive que l'utilisation de l'ordinateur en mode automate à l'intérieur d'une approche par projets transforme considérablement la relation maître-élève.

Puisque j'ai à faire une analyse pédagogique de cette expérience, il me faut aller plus au fond de cette question.

Remarquons d'abord que la relation maître-élève doit être insérée dans la relation plus large savoir-élève. Elle n'en est qu'une composante peut-être assez minime.

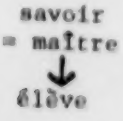
En effet le savoir n'est pas un paquet de notions déjà objectivées dans un médium (comme les livres) et qu'il faudrait ingurgiter pour "savoir". Celui qui existe en forme objectivée et structurée scolarisable n'est qu'une partie du savoir que peut acquérir l'individu. Il en a déjà en lui, et il va en recevoir de tout son milieu, de toutes ses rencontres et expériences, de tout son agir intellectuel ou autre. Il va en construire lui-même, et remodeler tout le savoir qu'il acquerra selon la manière qu'il a de le conquérir. Ce sera un tout autre savoir que celui des livres ou celui des autres. Déjà l'élève a en lui non seulement des notions, mais des aptitudes, des habiletés pratiques, des structures personnelles du savoir: structu-

res élémentaires logiques et autres; modèles; théories; méthodes d'investigation et d'expression, etc.

On voit combien le mot "savoir" exprime de choses différentes. Ici, pour les besoins de la symbolisation et de la réflexion sur cette symbolisation, nous entendrons par le mot "savoir", l'ensemble des notions et habiletés déjà objectivées et structurées que le système scolaire propose à l'élève d'acquérir.

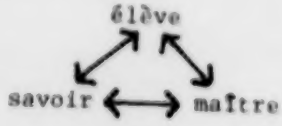
Un des buts de la réforme scolaire du Québec est la modification de la relation savoir-maître-élève. On voudrait passer

du modèle traditionnel



où le maître dans sa pensée et celle du système s'identifie au savoir et le laisse se déverser sur l'élève

au modèle pédocentrique



où le maître est à la recherche du savoir avec l'élève et pour l'élève, et où l'élève recherche le savoir avec l'aide du maître

On n'a pas réussi, malgré douze ans d'efforts, à établir ce nouveau mode de relation.

Trop souvent on croit que de beaux sermons pédagogiques aux maîtres vont transformer cette relation. On oublie que la conviction et la bonne volonté ne suffisent pas. Encore faut-il en avoir les moyens. Nous avons vu que l'insertion de moyens tout seuls peut ne pas changer grand chose. Mais je suis convaincu que l'introduction de moyens liés à certaines stratégies: approche pédagogique, méthodes, disposition de l'environnement, peut aider grandement à une transformation de la relation savoir-maître-élève, et il me semble que l'expérience I.L.P. en fournit un exemple.

Ce n'est pas l'ordinateur tout seul qui a réussi ce changement, mais l'ensemble ordinateur-stratégies.

Essayons de voir les effets sur la relation savoir-maître-élève des différentes stratégies liées à l'ordinateur, ou si l'on veut des différentes "utilisations de l'ordinateur à des fins pédagogiques" pour répéter le titre du rapport du SIMEQ en 1973 sur ce sujet. Nous empruntons à ce rapport la classification de ces différents types d'utilisation, en ne gardant que ceux où il y a une relation directe de l'élève avec l'ordinateur à l'intérieur des curricula du système scolaire. Réservons le mode automate pour la fin puisqu'il nous concerne ici.

a) Comme appareil électronique

L'élève n'apprend pas à programmer, mais à démonter, remonter, modifier, bricoler.

savoir technique

= maître

↓

ordinateur-jouet

↕

élève

b) Comme calculateur

L'élève se sert de l'ordinateur pour obtenir et accélérer la solution de "calculs".

savoir

= maître

↓

élève

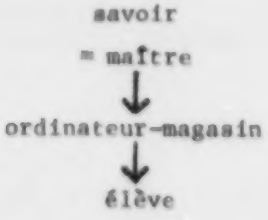
↓

ordinateur-bonne à tout faire

c) Comme simulateur

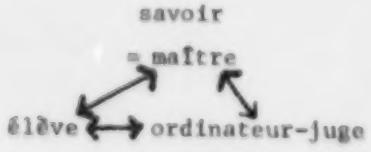
L'ordinateur illustre le savoir par des applications concrètes simulées non-programmées par l'élève.

d) Comme banque d'information

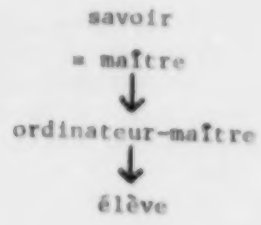


e) Comme instrument d'évaluation

L'élève est testé par des programmes déjà inscrits.

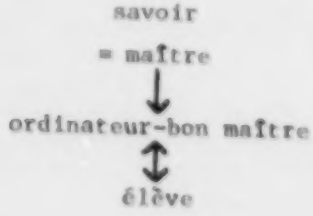


f) Comme instrument d'enseignement en exercices répétés ou de type tutoriel



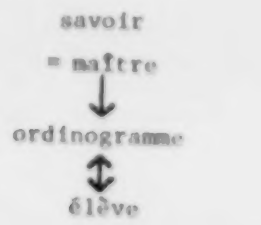
g) Comme instrument d'enseignement de type non-directif

Ici l'élève peut dialoguer avec la machine, mais selon des schémas non-programmés par lui.



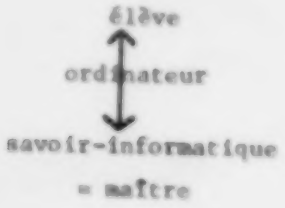
h) Comme instrument d'enseignement des procédures

Ce mode n'est pas signalé par le rapport du SIMEQ. Il est assez fréquent, en France entre autres. L'élève va apprendre la procédure de programmation fabriquée par le maître et l'appliquer à divers problèmes. On espère ainsi lui enseigner le langage et la programmation. En fait on n'aurait pas besoin de l'ordinateur, mais seulement d'ordinogrammes.



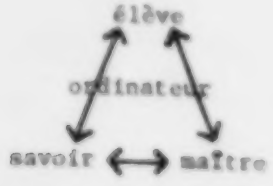
1) Comme automate pour l'apprentissage de l'informatique

L'élève programme lui-même l'ordinateur pour apprendre l'informatique. Il apprend à résoudre des problèmes progressifs de programmation.



1) Comme automate pour des projets personnels

Ici ce n'est pas le produit qui compte (programme réussi), mais le processus de production, en tant que formateur pour celui qui le réalise. L'élève programme lui-même l'ordinateur pour résoudre ses propres projets. C'est notre cas en I.L.P. Les stratégies tendent à lui faire acquérir des habiletés intellectuelles et de l'autonomie.



L'ordinateur sert de moyen pour des relations réciproques entre l'élève et le savoir et entre l'élève et le maître. Il sert d'environnement interactif pour toute la relation pédagogique.

Il transmet le savoir à l'élève, il le juge en même temps. Il est le maître de l'élève. Il est aussi son élève: l'étudiant lui enseigne ce qu'il sait et découvre par lui un nouveau savoir qui s'ajoute

au savoir objectivé. Il est moyen pour l'élève. Il est moyen pour le maître de dialoguer avec l'élève, mais puisqu'il s'agit de projets de l'élève, le maître est avec lui à la recherche du savoir qui est dans et au bout du projet.

Ici l'ordinateur peut servir à tour de rôle ou simultanément d'appareil électronique (il arrive que des élèves le bricolent: Bernard Cauden qui est électronicien veut augmenter cette possibilité); de calculateur; de simulateur, de banque d'information; d'instrument d'évaluation; d'instrument d'enseignement; d'apprentissage d'informatique; mais le plus important est qu'il dialogue avec l'élève, lui obéit à certaines conditions, lui révèle ses erreurs, l'aide à résoudre ses difficultés, et lui procure la réussite.

Sa présence est tellement forte que la place du maître s'estompe: "notre vrai prof., c'est l'ordinateur" disent les élèves. Le maître devient vraiment une aide, une personne-ressource.

Et cette présence en arrive même à masquer les défauts des stratégies employées. J'ai pu constater que les élèves ne faisaient même pas attention à la manie de la "colle" qui s'était glissée dans certains exercices ou problèmes du début, et que la lourdeur du cheminement ou la rigueur des ordinogrammes pesaient assez peu en regard de l'intérêt à établir l'interaction avec l'ordinateur.

Nous voici donc en présence d'un "mode" d'enseignement où se produit, à l'intérieur même du système scolaire, et pas seulement en laboratoire de recherche, le changement tant désiré de la relation pédagogique. Oh, ce n'est qu'une faible lueur encore, et ce n'est pas un moyen-miracle.

Il faudrait pour améliorer ces résultats optimiser le temps passé à l'ordinateur pour augmenter le contact; simplifier les difficultés inhérentes à la mécanique (pannes), à la méthodologie (nous en parlerons plus loin), ou peut-être même au langage; diversifier les moyens d'expression de l'ordinateur que sont les terminaux (le télétype est un peu pauvre) pour favoriser le dialogue avec lui et pour

permettre aux élèves de mieux exprimer et exercer toutes les facettes de leur pensée et de leur agir; il faudrait que l'approche par projets soit exploitée au maximum, sans loucher en arrière; il faudrait enfin que les maîtres apprennent à jouer à fond leur nouveau rôle avec tout ce que cela implique. Pour l'instant ceux-ci sont assez surpris de trouver ce canard dans leur couvée de poussins, et ne savent pas trop comment expliquer sa présence. Il leur faudra encore du temps et des efforts pour mettre bien au point les stratégies.

3. Méthodologie

J'ai déjà parsemé les pages précédentes de remarques concernant la méthodologie. Je vais les reprendre et les mettre en ordre en fonction des choix proposés précédemment et j'insisterai plus longuement sur la notion d'algorithme.

Rappelons-nous que le cordon ombilical des mathématiques devrait être coupé au plus tôt et que, si l'on veut mettre en oeuvre une approche par projets, il faudra en tenir compte dans le début du cours, où l'on forme aux algorithmes, à l'ordinogramme et aux rudiments de la programmation. Il ne faudra jamais abandonner cependant une certaine structuration du travail des élèves, si on ne veut pas les perdre en route, comme à Sherbrooke, semble-t-il. Passons maintenant au détail.

a) Jeu de l'ordinateur

On ne peut que louer les professeurs d'avoir inventé des représentations graphiques ou vivantes du fonctionnement de l'ordinateur.

Evidemment le contact avec un vrai ordinateur serait idéal. Mais les firmes acceptent de moins en moins les visites d'élèves, à cause de la fragilité de ces matériels, et de leur sensibilité à la température, aux poussières, au magnétisme, etc. ...

Il serait cependant souhaitable que les élèves puissent bénéficier de films, diapositives, acétates représentant et expliquant les principaux mécanismes. Ces documents existent pour les anglophones. Il faudrait en fabriquer pour les francophones.

Une autre façon plus efficace d'obtenir la compréhension recherchée serait de faire participer les élèves à ce nouveau sport national de la Californie qui consiste à bâtir soi-même son propre micro-ordinateur et à l'équiper d'un langage machine et à la limite d'un langage "assembler".

Bernard Cauden qui est électronicien serait capable de préparer ce genre de bricolage, et il y pense sérieusement.

b) Algorithme

Abordons le problème des algorithmes. Les professeurs semblent donner à ce mot une acception trop large comme le font, d'ailleurs, la plupart des mathématiciens et informaticiens. C'est pour eux avons-nous dit: "Le cheminement logique qui conduit à une solution". Ils en arrivent à faire d'"algorithme" un synonyme de "raisonnement", de "logique", ou même d'"esprit scientifique".

Etymologiquement, ce mot vient du mathématicien arabe Al Kôrismi qui, au 9e siècle de notre ère, introduisit en Europe la numération décimale comportant à la fois l'écriture en chiffres arabes (les lettres de l'alphabet arabe) et la transcription des nombres en base dix, exprimée par le décalage de la droite vers la gauche (comme dans l'écriture arabe) des chiffres exprimant les unités, dizaines, etc. ... Il permettait ainsi de faciliter la solution des quatre opérations, solution extrêmement complexe avec la numération latine.

Le mot "algorithme" signifia donc d'abord le système de numération décimale. Par la suite, il exprima l'ensemble des règles du calcul des nombres écrits dans le système décimal (par exemple l'algorithme de la multiplication); enfin, par extension, les règles des opérations simples dans toute espèce de calcul.

Actuellement on donne ce nom à un ensemble de symboles et de procédés de calculs (ou de traitement de ces symboles), permettant de trouver automatiquement la solution d'un problème mathématique.

On dit ainsi "l'algorithme d'Euclide" pour parler du procédé qui permet à tout coup de trouver le plus grand commun diviseur de deux nombres. L'algorithme est donc une "recette", en général déjà trouvée et formulée (donc traduite en "formule") et infaillible.

Il y a "logique algorithmique" là où il y a "mécanisation" du raisonnement: d'une part symbolisation, ou réduction des données à des symboles graphiques; d'autre part formalisation des opérations logiques sur ces symboles. La logique algorithmique permet de traiter les idées ou concepts comme des objets, c'est-à-dire de les concrétiser et de les manipuler aisément.

Pour le mot "algorithme" l'acception fréquente de "cheminement logique conduisant à une solution" n'est donc que partiellement exacte. L'algorithme contient sa logique interne et son propre cheminement.

Mais le cheminement qui lui est externe et qui sert à le découvrir ou à l'appliquer n'est pas un algorithme.

Ainsi quand un étudiant cherche à s'énoncer une règle pour résoudre un problème, il utilise des procédés heuristiques en vue de trouver un algorithme.

Dans une "opération" mathématique, ou procédé de traitement de données, on peut parler d'algorithme, mais dans une "opération" concrète, le domaine psycho-moteur entre en jeu et le seul élément qui puisse être algorithmique est le "modèle" d'ordonnancement et de mise en oeuvre des moyens, lorsque ce modèle existe et qu'il est univoque. Un algorithme est un modèle chaque fois qu'on l'applique effectivement, mais la réciproque est rare, car on a souvent un choix de modèles... et le résultat n'est pas automatique. Quant à la "modélisation", elle ne peut être synonyme de "logique algorithmique", parce qu'elle est la "recherche" d'un modèle.

On ne peut pas non plus strictement parler "d'algorithme de décision", car la vraie décision n'obéit pas, dans la réalité, à la seule alternative rationnelle de "vrai ou faux", mais il y entre aussi des éléments émotifs, esthétiques, normatifs ou autres. Tout au plus peut-on employer le mot "algorithme" dans le cas de l'alternative "si vrai" ou "si faux" et lorsque ce vrai ou ce faux est univoque, par exemple lorsqu'on sous-entend une égalité numérique (= n).

En informatique, le "programme" une fois élaboré, est un algorithme, souvent fait d'une suite d'algorithmes, et l'on peut alors parler "d'algorithme de programmation". Il suffit de commander l'exécution, et la solution apparaît automatiquement. Mais la programmation en tant qu'élaboration du programme n'est pas un algorithme. Le procédé qui amène au programme peut être extrêmement rigoureux, mais c'est un "heuristique", ou procédé de recherche.

Pourquoi avoir tant insisté sur des distinctions qui peuvent paraître pédantes ou sibyllines? Parce que cela me semble impliquer des conséquences importantes du point de vue pédagogique. Les confusions mentionnées peuvent engendrer de réels dangers.

Les étudiants risquent de tomber dans une simplification outrancière de la réalité, simplification qui ne leur est que trop coutumière, à l'adolescence. Ils risquent de confondre lo-

gique et calcul; opération concrète et raisonnement; modélisation et copie d'un modèle; choix réel et décision formelle; programmation et invitation d'un programme; et, à la limite, esprit scientifique avec logique algorithmique.

Ils risquent aussi de voir une relation univoque et nécessaire entre le raisonnement lié au problem-solving, son expression graphique dans un ordinogramme, et son expression écrite dans la programmation, car on parle d'algorithme dans ces trois cas. Or ces trois activités sont de niveau différent, demandent des aptitudes différentes, et toutes les trois exigent l'emploi de procédés heuristiques au moins autant que de procédés algorithmiques.

Les professeurs, qui sont à peu près toujours des mathématiciens, sont plus centrés sur le "calcul", et insistent donc plus sur les algorithmes que sur les procédés heuristiques. Il est d'ailleurs plus facile pour eux de vérifier et évaluer un algorithme qu'un heuristique, comme il leur est plus facile d'attribuer une note à un ordinogramme qu'à un projet.

Mais certains risquent de ne pas voir qu'il existe des difficultés différentes pour l'élève entre le fait de remplir des cases en blanc dans des ordinogrammes déjà confectionnés, et celui de réaliser soi-même un ordinogramme; ni qu'un monde sépare la résolution de petits problèmes de calcul proposés par le professeur, de l'élaboration d'un projet personnel par l'étudiant lui-même.

Leur vocabulaire pour exprimer les niveaux d'activité, les processus mentaux et les apprentissages mis en cause dans ces cas est relativement pauvre et peu articulé. Il serait bon pour l'avenir qu'on s'attache à préciser ces notions.

Cela dit, il est bon que les professeurs désirent former de façon progressive leurs élèves à la logique algorithmique... en y rajoutant les procédés heuristiques.

L'idée de développer la "modélisation" est excellente. La rédaction de scénarios est aussi un bon moyen. Mais, comme pour les ordinogrammes il faudrait dépasser la linéarité. L'emploi de "modules" favorisera ce passage.

c) Ordinogramme

L'ordinogramme est formateur pour le raisonnement logique et il a d'autres avantages: il diminue le temps à passer à l'ordinateur, il prépare la programmation et il permet au professeur de mieux suivre le cheminement. Mais attention au danger de réduire le cours à une formation aux ordinogrammes. C'est si beau pour un mathématicien! Cette forme graphique visuelle n'est peut-être pas bonne pour tous. Quand ils se compliquent, ils deviennent fatigants pour certains élèves, comme pour moi. Plusieurs élèves trichent d'ailleurs: ils font l'ordinogramme après avoir terminé la programmation.

D'ailleurs les programmeurs de métier font en général leur ordinogramme après avoir programmé, non pas comme condition, mais comme documentation du programme, afin que d'autres puissent s'y retrouver.

Certains professeurs, se rendant compte du problème, proposent aux élèves de s'orienter vers des ordinogrammes modulaires où les cases contiennent de grandes opérations homogènes à réaliser, le détail étant laissé à l'algorithme de programmation. Pour en revenir aux distinctions apportées à propos des algorithmes, il serait bon de ne pas confondre l'ordinogramme qui représente un programme avec celui qui est un cheminement de la pensée, comportant souvent des décisions concrètes et des heuristiques. Le premier ne prépare pas systématiquement au second.

d) Programmation

En ce qui concerne la programmation, si l'on choisit de hâter et de faciliter chez les élèves la réalisation de projets, il faudra aussi leur permettre d'aborder rapidement les commandes simplificatrices ou même les gadgets sans les obliger à passer par toutes les étapes actuelles. On pourra aussi aller plus vite à la simplification des procédures, objectif déjà recherché.

Quant aux mesures préventives, on pourra s'en tenir à celles qui sont strictement nécessaires à la bonne réalisation du projet, sans vouloir que la programmation atteigne une valeur universelle.

Si l'on veut utiliser mieux la pédagogie par l'erreur, il sera bon de laisser l'élève en faire dès le début, sans vouloir tout prévoir pour lui et sans le conduire pas à pas par la main, entre autres en lui préparant des cases d'ordinogrammes et des lignes numérotées de programmation en blanc. Il faudra aussi, dans la même visée, moins chercher la petite bête dans les tests, et lui tendre moins d'embûches traîtresses, survivance de la "colle" en maths, si l'on veut vraiment que la réussite soit le moteur de son apprentissage.

4. Documentation pédagogique

La liste des documents existants se trouve en annexe 1 a.

Le document 1: traduction de CAMP par Laurent Portugais sert beaucoup en M.A.O. et est encore à la base des exercices du début en I.L.P.

Le document 3: est volumineux, et c'est lui qui sert le plus. C'est un travail énorme, fruit de quatre à cinq années d'effort des professeurs de la C.E.C.M.

J'y ai été un peu agacé par les ordinogrammes déjà bâtis en blanc et les programmes tout numérotés d'avance.

La démarche par projets y est présentée et expliquée.

Le document 7: est original: c'est un cours complet, en 32 leçons, de langage BASIC programmé à l'ordinateur par les élèves de Calixa-Lavallée avec l'aide de Raymond Lalonde en 1974-75, à titre de projet. Il sert beaucoup aux élèves. J'ai pu moi-même apprendre les instructions et commandes de BASIC - ITF grâce à ce cours.

Le document 9: de Michel Bégin fait avancer les élèves, de façon logique, par des modules individualisés à la fois en syntaxe et orthographe ou si l'on veut dans les algorithmes et le langage.

Le document 12: Bernard Cauden apporte des touches originales aux objectifs visés (travail en équipe, autonomie...) à la méthodologie (utilisation d'un "Vucom"...) et à l'approche pédagogique (contenu moins mathématique, centres d'intérêt, aspect recherche, passage du concret à l'abstrait par la géométrie...)

Telle quelle, cette documentation, qui a demandé pourtant un gros travail à des professeurs surchargés est assez pauvre et non exempte d'erreurs.

La bibliographie elle-même, telle que présentée au document 18 (annexe 1 b) est anémique.

Nous avons déjà noté aussi l'absence de documentation audio-visuelle. Certains souhaiteraient la constitution d'une banque d'idées de projets.

Bien sûr, les professeurs peuvent se référer à l'énorme documentation anglophone, mais elle est rare en français, et ils n'ont ni le temps ni les moyens d'en traduire ou élaborer en français.

Il est urgent qu'un organisme crée dans le Québec, à l'usage du secondaire, un centre de documentation informatique.

I. Participation des élèves

Il n'y a rien à dire sur la motivation initiale. Voyons le travail des élèves et leur intérêt.

1. Le travail des élèves

Tout ce que nous venons de dire sur les projets aurait un retentissement sur le travail des élèves. Ils auraient moins de travail d'ordre didactique et plus de travail personnel ou en équipe.

Le temps à l'ordinateur devrait être suffisant sans que l'élève ait à "resquiller" comme actuellement, mais il faudra veiller à ne pas handicaper son travail dans les autres matières.

2. Intérêt

L'intérêt devrait être le seul prérequis pour participer à ce cours. Nous venons de voir dans l'approche pédagogique et la méthodologie comment on pourrait augmenter cet intérêt. L'expérience de la Polyvalente Le Ber à Sherbrooke (où l'on utilise l'ordinateur comme activité libre de laboratoire) semble démontrer que l'intérêt diminue si l'on fait de la programmation un pur instrument de préparation

aux mathématiques sans y ajouter une méthodologie stricte, ou si le support par les maîtres est insuffisant, ou encore si l'élève n'a pas de projets personnels intéressants à soumettre à l'ordinateur.

- Quant au problème de l'intérêt moindre chez les filles, nous en avons déjà parlé plusieurs fois, et esquissé des éléments de réponse.

  Je ne vais pas me lancer dans une grande discussion sur les ressemblances et différences entre les garçons et les filles de 15 et 16 ans. D'abord parce que je n'y connais pas grand chose. Ensuite parce que tous les arguments assez simplistes qu'on a pu apporter là-dessus il y a quelques années sont fortement remis en cause. Enfin parce qu'une telle discussion théorique, en plus de donner du bois pour me faire battre, serait à peu près inutile pour ce qui nous concerne ici. Qu'il nous suffise de partir des faits: les filles débutant avec la même motivation initiale que les garçons, rencontrent en moyenne plus de difficultés, sont moins intéressées à la poursuite du cours et abandonnent plus souvent.

  Les points d'accrochage ont déjà été identifiés par les professeurs: l'approche mathématique linéaire du raisonnement; l'impression d'insécurité dans cette approche; l'orientation mathématique des projets; la peur de la mécanique et l'horreur des pannes.

  Et bien, au lieu de discutailler sans fin des raisons de ces difficultés, en attendant que soient mieux connues les vrais causes, on n'a qu'à chercher à éliminer les écueils.

  Pour la mécanique et les pannes c'est relativement facile. L'idéal serait sans doute à longue échéance de leur donner dans leur formation, un contact plus précoce et plus fréquent avec la "mécanique".

  Mais immédiatement on peut tâcher d'éliminer les pannes; de simplifier les commandes du terminal par l'emploi par exemple de l'IBM 2741

qui comporte seulement une touche de plus qu'une dactylo normale; de simplifier les commandes de programmation par l'adoption d'un système de traitement plus "faciliteur"; de leur permettre plus rapidement l'emploi de gadgets simplificateurs. De toute façon, il faudra leur donner plus d'assistance immédiate au terminal.

En ce qui concerne les projets, il doit être assez facile de les orienter ou de les laisser aller à des projets plus conformes à leurs goûts.

Enfin pour ce qui est de l'approche intellectuelle, on a le choix: ou bien on veut continuer à les couler dans le même creuset que les garçons, et l'on a remarqué qu'il faudra plus les aider et leur mâcher le travail; ou bien on adoptera une autre approche intellectuelle plus ouverte, dont nous avons déjà parlé par ailleurs, (à propos des besoins réels des élèves en p. 86 et de la méthodologie p. 102 sq) et les applications seront plus proches de la réalité vivante. N'oublions pas que ce choix aura tôt ou tard des implications sur le choix du langage de programmation.

De toutes façons, il serait bon, et pas seulement pour les filles, qu'on puisse parfois confier ce cours à des professeurs-femmes.

J. Evaluation

Disons juste quelques mots sur l'évaluation des résultats et les difficultés rencontrées.

1. Evaluation des résultats

Il sera bon d'adapter les instruments et modes d'évaluation afin de leur permettre de vérifier au moins grosso modo les véritables apprentissages qu'on a choisi ou qu'on choisira de viser dans ce cours. Ce ne sera certes pas facile parce que ces apprentissages sont souvent d'ordre général.

Mais on pourrait probablement utiliser plus, en évaluation, les instruments simples déjà existants qui permettent de constater le cheminement des élèves dans leur projet et les interventions nécessaires du maître. On pourrait mieux constater quels apprentissages sont acquis même si ce ne sont pas ceux qu'on a recherchés.

2. Difficultés rencontrées

Pratiquement, dans toute cette analyse critique depuis la partie C, j'ai tenu compte de ces difficultés et proposé des solutions pour les surmonter. Quant à l'évaluation globale de l'expérience I.L.P., je réserve la mienne pour la conclusion de cette étude.

IV

CONCLUSION

Je préciserai d'abord la portée de ces conclusions, puis je ramasserai mon opinion générale, enfin j'envisagerai la possibilité d'extension de l'expérience I.L.P.

A. Portée de ces conclusions

Ces conclusions me sont évidemment personnelles. Elles tendent seulement à éclairer les agents décideurs de qui dépend l'expérience I.L.P. C'est à eux qu'il reviendra de prendre position. Je me vois obligé de répéter que ces conclusions ne porteront que sur l'aspect pédagogique de l'expérience.

M'est-il permis après une si courte enquête et avec si peu de ressources et d'instrumentation d'apporter une quelconque conclusion sur cette expérience? Ma réponse est évidemment: oui, car je crois l'avoir sondée et vécue suffisamment pour avoir pu la décrire en détail dans son vécu quotidien et pour m'en faire une idée claire, grâce à la méthode d'investigation qui, bien qu'artisanale, me semble adaptée à ce type de recherche. Le lecteur pourra d'ailleurs m'en montrer les défauts et m'aider à l'améliorer.

Ayant étudié seulement quatre cas, ai-je une vue assez large de l'ensemble de l'expérience? Je réponds oui encore. Les quatre cas étaient vraiment représentatifs de l'expérience entière en secteur francophone. Ils étaient suffisamment interreliés historiquement et pratiquement pour porter en eux le noyau principal et les diverses efflorescences. Les divergences étaient assez minimes dans l'état actuel et avaient immédiatement un retentissement sur les autres centres. Ces divergences ont été identifiées au fur et à mesure: elles portaient surtout sur la méthodologie, et de façon peu marquée sur l'approche pédagogique.

J'ai donc choisi d'étudier l'ensemble comme un tout, en indiquant les différences de détail, plutôt que de décrire et analyser chaque cas séparément, avec les répétitions que cela aurait occasionnées.

B. Opinion générale

On la connaît déjà. Je l'ai manifestée par morceaux tout au long de l'analyse critique des diverses composantes de l'expérience.

Mon opinion générale sera donc courte à exprimer: elle est nettement positive. Puisque je donne une opinion de pédagogue, mon critère doit être ce qui est au coeur de la pédagogie, soit la relation pédagogique.

Qu'on relise donc mon commentaire sur la relation savoir-maître-élève en p. 95 sq. Je me permets d'en reprendre un passage "nous voici donc en présence d'un "mode" d'enseignement où se produit, à l'intérieur même du système scolaire, et pas seulement en laboratoire de recherche, le changement tant désiré de la relation pédagogique".

Quiconque se préoccupe de vraie pédagogie devrait donc encourager cette expérience.

Bien sûr elle a besoin encore d'amélioration: de clarifier ses choix dans les objectifs, l'approche pédagogique, la méthodologie.

J'ai signalé au fur et à mesure ces possibilités de choix et d'améliorations. Quelquefois, je pouvais seulement poser des questions sans apporter de réponse. Chaque fois que j'ai pu, j'ai essayé d'indiquer les retombées possibles de ces choix.

Il faudra cependant bien garder en mémoire que les changements doivent rester possibles à l'intérieur du système scolaire avec ses ressources et contraintes, et, quelquefois, on ne pourra pas aller bien loin.

C. Extension de l'expérience

Doit-on implanter ce cours et l'étendre? Il ressort de mes commentaires épars que je ne juge pas l'expérience mûre pour une généralisation opérationnelle. Il y a encore trop de choix à faire et de questions à résoudre. On ne sait pas bien encore quelles seront ses retombées. On doit préciser ses objectifs, voir leur relation avec l'ensemble des programmes, revoir les contenus, préciser approche et méthodologie.

Il me semble donc qu'il doive rester expérimental quelque temps et qu'il soit nécessaire de lui donner une aide institutionnelle du point de vue des ressources en matériel et en personnel, surtout en ce qui concerne le support pédagogique et l'évaluation.

Mais la "petite lueur" allumée par cette expérience dans le coeur des professeurs et des élèves ne devrait pas être éteinte.

Bonne chance à I.L.P.

- Annexe 1 -

a) Liste des documents rassemblés

b) Document 18: bibliographie

a) Liste des documents rassemblés

Document 1

"Utilisation de l'ordinateur dans l'enseignement des mathématiques". C.E.C.M. 1972. 173 pages.

Document 2

"Programme d'informatique 421-521". C.E.C.M. 1974. 6 pages.

Document 3

"Documentation sur l'expérience d'informatique à la C.E.C.M." 1975. 308 pages en 8 plaquettes.

Document 4

"Communication avec l'ordinateur". Georges Hall. C.E.C.M. Extrait. 6 pages.

Document 5

"Exposé du cours I.L.P." par Marcel Labelle. C.E.C.M. 1975. 5 pages.

Document 6

"Cours I.L.P. - M.A.O." par Marcel Labelle. C.E.C.M. 1975. 30 pages.

Document 7

"Cours de BASIC programmé à l'ordinateur. I01 à I32". C.E.C.M. 1975.

Document 8

"2 cours de BASIC-ITF programmés à l'ordinateur. Z00 à Z25 et B00 à B08" par SIMEQ.

Document 9

"Cours L.I. par modules" par Michel Bégin. Chomedey-de-Laval. 1975. 97 pages en 4 plaquettes.

Document 10

"Programme du cours L.I." par Jean Saumier. Chomedey. 1975. 5 pages.

Document 11

"Une idée des organigrammes" par Jean Saumier. Chomedey. 4 pages.

Document 12

"Mathématiques assistées par ordinateur et cours d'I.L.P." Par Bernard Cauden. Mille-Iles. 1976. 7 pages.

Document 13

"Rapport sur le projet informatique". C.E.C.M. 1975. 30 pages.

Document 14

"Statut et recommandations concernant la future programmation par ordinateur dans les classes de langue anglaise de la C.E.C.M." par Edward Zeagray. 1975. 14 pages et 9 appendices.

Document 15

"L'informatique dans les écoles de la C.E.C.M. - Rapport du Comité sur l'enseignement par ordinateur". 1975. 14 pages.

Document 16

"Appréciation d'un programme informatique" par Marcel Brisebois. C.E.C.M. 1975. 1 page.

Document 17

"Liste des usagers du système ITF-BASIC au secondaire". SIMEQ. 1975. 3 pages.

Document 18

"Bibliographie sommaire pour le cours I.L.P." par Marcel Labelle. 1975.
Nous présentons ce document en annexe 1 b).

b) Document 18

SUJET: bibliographie

"Bibliographie sommaire pour le cours I.L.P." par Marcel Labelle. 1975.

1. OS/DOS ITF: Basic Terminal User's Guide
   IBM
   Sc28-6835-1

2. Traduction française de la série CAMP(Calculateur Appliqué aux Mathématiques par Programmation).

3. Thomas A. Dwyer, Margot Critchfield: Computer Resource Book-Algebra, ed.: Houghton Mifflin Company, Boston, 1975.

4. Thomas A. Dwyer et Michael S. Kaufman: A Guided Tour of Computer Programming in BASIC, ed.: Houghton Mifflin Co., 1973.

5. Marion J. Ball: What is a Computer, ed.: Houghton Mifflin Co., 1972.

6. Hewlett Packard Computer Curriculum:
   a) Number Set
   b) Linear Equations and Systems
   c) Functions
   d) Mathematical Systems
   e) Mathematics Projects
   f) Matrix Mathematics
   g) Trigonometry

7. David H. Ahl: 101 BASIC Computer Games, ed.: David H. Ahl, 1973.

- Annexe 2 -

Réflexions sur la méthodologie d'une enquête descriptive et analytique sur l'aspect pédagogique d'un projet éducatif

---

Pour atteindre les objectifs de description et d'analyse de l'aspect pédagogique d'un projet éducatif en cours de développement, à brève échéance et à faible coût, mais en même temps de façon efficace pour lui et le milieu, il nous semble que la meilleure méthode soit ce que nous pourrions nommer la "prosynalyse":

- "pro" (en avant) comme dans "projet" pour signaler qu'on est en action ou en déroulement;
- "syn" (avec) comme dans "syntaxe" ou "symbiose", pour indiquer la participation vivance;
- "alyse" (décomposition) comme dans "analyse" pour signifier l'étude systématique de toutes les composantes, mais ici "in vivo" et non pas sur un cadavre chiffré.

Ce néologisme pourrait résumer l'expression: "étude analytique, participative et en action, d'un projet, pendant son déroulement, par les personnes impliquées dans ce projet, avec l'aide d'un agent extérieur". La "prosynalyse" comprendrait les étapes suivantes:

a) information du ou des chercheurs sur le milieu et le projet éducatif, et sur la littérature connexe;

b) prise de contact avec le milieu; information du milieu sur la recherche; établissement de la crédibilité du chercheur et d'une sympathie réciproque;

c) concertation du milieu et du chercheur sur les objectifs, moyens, calendrier, etc. de la recherche;

d) mise du milieu en recherche par rapport à lui-même tout en continuant à vivre son projet éducatif. On utilisera les moyens d'évaluation du milieu, mais en rajoutant ceux qui manquent (à condition qu'ils soient simples);

e) praticipation du chercheur à la vie du milieu dans ce projet: cela implique le partage sous une forme ou une autre du cheminement des maîtres et du cheminement des élèves, avec les mêmes contenus, méthodes et instruments;

f) recueil par le chercheur du feed-back du milieu sur lui-même;

g) informations complémentaires sur le projet par observations, interviews (maîtres, élèves, administrateurs, témoins divers...) et étude des résultats déjà objectivés (évaluations, tests, examens...);

h) prise de distance du chercheur par rapport au milieu et rédaction d'une analyse provisoire;

i) transmission au milieu par le chercheur des premiers résultats de l'analyse et recueil des réactions du milieu;

j) corrections de l'analyse;

k) mise en forme et rédaction du rapport. Ce rapport devrait faire ressortir si le projet atteint ou non ses objectifs, en distinguant ceux du projet original, deux des agents, et les modifications en cours de route;

l) communication du rapport et des instruments d'évaluation à des dépositaires dans le milieu. Le milieu pourra ainsi continuer sa propre évaluation. L'idéal serait que le chercheur, "responsable de ce qu'il a apprivoisé" puisse donner par la suite au moins un support occasionnel.

Rappelons que ce modèle n'est prévu que pour l'analyse pédagogique d'un projet éducatif en cours de développement, donc modifiable, et assez restreint. Précisons qu'il devrait être suffisamment homogène, c'est-à-dire qu'un consensus sur les prin-

cipaux objectifs devrait être réalisé entre les responsables du projet. Cette formule aurait les avantages suivants:

- de donner au chercheur une bonne connaissance personnelle de toutes les implications pédagogiques du projet et donc de lui permettre une analyse en profondeur de cet aspect;

- de ne pas déranger le milieu dans ses préoccupations;

- d'économiser en termes de personnel chercheur et d'élaboration d'instruments d'évaluation sophistiqués (on prend ceux du milieu);

- de développer dans le milieu une habitude d'auto-évaluation, au lieu de le faire servir de cobaye;

- d'analyser des relations vivantes entre les quatre éléments: élève, maître, moyens et savoir;

- d'utiliser l'analyse immédiatement pour améliorer le projet éducatif concerné.

Et son moindre bénéfice ne serait certes pas la collaboration opérationnelle entre le milieu éducatif et des personnes du monde de la recherche, et donc l'augmentation de la crédibilité de ces dernières.

Evidemment le chercheur devrait être "magistrable" et "enseignable", c'est-à-dire capable de se mettre dans la peau des maîtres et des élèves, mais il nous semble que tout chercheur dans le domaine pédagogique devrait avoir ces aptitudes. Il devra aussi être capable de prendre du recul par rapport à cette immersion s'il veut être objectif. Ce double aspect de proximité et de distance devrait être vécu d'un bout à l'autre de l'opération et pas seulement aux étapes où l'on en signale une facette.

Ce type de recherche pourrait donc rendre service à la fois au chercheur et à ses commanditaires (en général des organismes ou institutions d'enseignement) et en même temps au milieu concerné.

Il serait encore plus efficace et moins ambigu si le chercheur travaillait pour le milieu lui-même.

GOUVERNEMENT
DU QUÉBEC

MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION

**SERVICE
GÉNÉRAL
DES MOYENS
D'ENSEIGNEMENT**

Dépôt légal – 1er trimestre 1977
Bibliothèque nationale du Québec

L'ÉDITEUR OFFICIEL
DU QUÉBEC
SERVICE
DE LA REPROGRAPHIE
mars 1977